# Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

# Grande salamandre du Nord
*Dicamptodon tenebrosus*

**au Canada**

**MENACÉE**
**2014**

**COSEPAC**
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada

**COSEWIC**
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xii + 63 p. (www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2000. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi + 47 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

FERGUSON, H.M., et B.E. JOHNSTON. 2000. Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada – Mise à jour *in* Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. Pages 1-47.

FARR, A.C.M. 1989. COSEWIC status report on the Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada. Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada. Ottawa. 30 pp.

Note de production :
Le COSEPAC remercie Elke Wind d'avoir rédigé le rapport de situation sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada, aux termes d'un marché conclu avec Environnement Canada. La supervision et la révision du rapport ont été assurées par Kristiina Ovaska, coprésidente du sous-comité de spécialistes des amphibiens.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : 819-953-3215
Téléc. : 819-994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
http://www.cosepac.gc.ca

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Coastal Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :
Grande salamandre du Nord— Photo : Elke Wind.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014.
N° de catalogue CW69-14/690-2014F-PDF
ISBN 978-0-660-22194-6

Papier recyclé

# COSEPAC
# Sommaire de l'évaluation

**Sommaire de l'évaluation – mai 2014**

**Nom commun**
Grande salamandre du Nord

**Nom scientifique**
*Dicamptodon tenebrosus*

**Statut**
Menacée

**Justification de la désignation**
L'aire de répartition canadienne de cette salamandre est restreinte au réseau hydrographique de la rivière Chilliwack, dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, où l'espèce se trouve principalement dans les ruisseaux de montagne aux eaux fraîches et limpides et dans la forêt riveraine à proximité. Les principales menaces incluent la perte, la dégradation et la fragmentation de l'habitat résultant de l'exploitation forestière, de la construction routière et de l'empiètement par le développement résidentiel. Ces menaces peuvent être exacerbées par les sécheresses et les inondations appelées à augmenter en raison des changements climatiques. La faible capacité de dispersion, le faible taux de reproduction, la maturité tardive et la longue durée de génération augmentent la vulnérabilité de l'espèce.

**Répartition**
Colombie-Britannique

**Historique du statut**
Espèce désignée « préoccupante » en avril 1989. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en novembre 2000 et en mai 2014.

COSEPAC
Résumé

## Grande salamandre du Nord
*Dicamptodon tenebrosus*

### Description et importance de l'espèce sauvage

La grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*), anciennement connue sous le nom de grande salamandre, est une salamandre de grande taille vivant dans les cours d'eau. Le genre *Dicamptodon* comprend quatre espèces dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord; seule la grande salamandre du Nord vit au Canada. Les salamandres peuvent atteindre une longueur totale de 35 cm (avec la queue).

Les grandes salamandres du Nord présentent des stades vitaux aquatiques et terrestres. Les larves aquatiques possèdent un dos foncé et un ventre clair, une tête en forme de pelle, des branchies externes et une nageoire caudale. Les larves peuvent atteindre la maturité sexuelle, puis demeurer aquatiques (néotènes), ou se transformer en adultes terrestres. Les adultes néotènes vivent obligatoirement dans des cours d'eau. Les adultes terrestres sont robustes, et leur tête est large; leur dos est brun foncé à noir, habituellement avec des marbrures brun pâle ou cuivre. Il s'agit de la plus grande salamandre semi-aquatique d'Amérique du Nord, et de la seule salamandre capable de réelles vocalisations, les adultes émettant des cris ressemblant à des aboiements lorsqu'ils sont perturbés.

### Répartition

L'aire de répartition de la grande salamandre du Nord s'étend le long de la côte Ouest de l'Amérique du Nord, depuis le sud de la Colombie-Britannique, en passant par la chaîne des Cascades et la chaîne Côtière, jusque dans le nord-ouest de la Californie. Au Canada, la grande salamandre du Nord n'est présente que dans l'extrême sud-ouest de la Colombie-Britannique, au sud du fleuve Fraser, dans la rivière Chilliwack et dans les petits bassins versants adjacents.

## Habitat

La grande salamandre du Nord se rencontre du niveau de la mer à 2 160 m d'altitude dans divers milieux lotiques (de petits suintements et cours d'eau montagneux à de grandes rivières et de grands lacs). Les grandes salamandres du Nord se reproduisent principalement dans les cours d'eau montagneux, où les larves se développent pendant plusieurs années. Plusieurs facteurs influent sur la présence de l'espèce dans les cours d'eau, notamment l'altitude, l'âge des peuplements forestiers environnants, le gradient, le substrat, la largeur mouillée, et le couvert forestier riverain. Les juvéniles transformés et les adultes habitent dans les forêts riveraines et de terrain plus élevé environnantes. On trouve généralement les grandes salamandres du Nord terrestres très près (à moins de 50 m) des cours d'eau, où elles utilisent divers refuges, comme des passages dans des racines, des espaces sous des morceaux de bois ou des roches, et des terriers de petits mammifères. Des études ont montré que les larves et les adultes se déplacent relativement peu, et que des individus peuvent passer leur vie entière dans un même cours d'eau. La connectivité entre les populations est probablement maintenue grâce aux adultes qui se dispersent le long des cours d'eau ou qui traversent des forêts de terrain plus élevé.

## Biologie

On en sait peu sur la biologie reproductive de la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique. Les femelles déposent environ 135 à 200 œufs sous une roche dans un nid aquatique, dans un ruisseau ou un autre type de cours d'eau, probablement 1 fois tous les 2 ans. Les larves peuvent prendre jusqu'à 6 ans avant d'atteindre le stade de la métamorphose. La meilleure approximation de l'espérance de vie de l'espèce provient d'études portant sur des salamandres aquatiques de taille similaire, qui peuvent vivre jusqu'à 25 ans en captivité. On croit que la durée d'une génération est de 10 à 15 ans.

Les grandes salamandres du Nord sont très dépendantes de l'humidité, dont la disponibilité dicte leurs activités et leurs déplacements. La vallée de la Chilliwack se trouve à la limite septentrionale de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord, et les basses températures et la courte saison de croissance pourraient limiter l'occurrence de l'espèce plus au nord et plus haut en altitude. En Colombie-Britannique, les larves sont rarement détectées dans les cours d'eau avant que l'eau ne dépasse 5 °C, et celles-ci deviennent léthargiques aux températures > 20 °C, ce qui laisse croire que ces températures s'approchent de la limite de tolérance thermique de l'espèce.

**Taille et tendances des populations**

On en sait peu sur la taille et les tendances des populations. Les résultats de relevés réalisés dans la vallée de la Chilliwack indiquent une densité de grandes salamandres du Nord plus faible en Colombie-Britannique qu'aux États-Unis, comme on peut s'y attendre pour une espèce qui se trouve à la limite de son aire de répartition. La dernière mise à jour du COSEPAC portant sur cette espèce rapportait l'effectif de la population canadienne à environ 13 400 adultes terrestres et 9 000 adultes aquatiques néotènes. Il n'existe aucune nouvelle estimation.

**Menaces et facteurs limitatifs**

Les principales menaces qui pèsent sur la grande salamandre du Nord découlent de l'exploitation forestière, qui continue de détériorer les milieux un peu partout dans l'aire de répartition canadienne de l'espèce, et de l'envasement des cours d'eau servant à la reproduction résultant de l'érosion et de l'écoulement superficiel associés aux routes et aux activités forestières. L'aménagement urbain et les projets de production énergétique au fil de l'eau représentent des menaces additionnelles pour les populations locales. La grande salamandre du Nord se rencontre principalement à l'intérieur et autour de cours d'eau d'altitude moyenne, et son occurrence et son activité reproductrice, en particulier, dans les cours principaux de cours d'eau se trouvant plus bas en altitude, sont limitées par la présence d'espèces de poissons prédateurs introduites. Par conséquent, même si des bandes forestières sont laissées en place au bord des cours d'eau sur les terres exploitées, on peut s'attendre à ce que la dispersion terrestre de l'espèce soit gravement restreinte, et à ce que l'isolement d'un cours d'eau à l'autre et la fragmentation de la population soient accentuées. On s'attend à ce que les épisodes de sécheresse et d'inondation plus fréquents et plus graves exacerbent les effets des activités humaines sur ces salamandres.

**Protection, statuts et classements**

À l'échelle mondiale, la grande salamandre du Nord est désignée « non en péril » (G5). À l'échelle nationale, au Canada, elle est désignée « en péril » (N2). L'espèce a été évaluée comme étant menacée par le COSEPAC et elle figure sur la liste officielle des espèces en péril à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En Colombie-Britannique, elle est désignée « en péril » (N2). La majeure partie de l'aire de répartition de l'espèce au Canada se trouve sur des terres provinciales faisant l'objet d'un aménagement forestier. Depuis 2010, 25 % de la longueur totale de cours d'eau occupée se trouve dans des zones d'habitat faunique établies pour l'espèce dans le cadre de stratégie de gestion des espèces sauvages désignées (Identified Wildlife Management Strategy), et jouit d'un certain degré de protection grâce aux mesures générales visant les espèces sauvages (General Wildlife Measures) qui y sont associées.

# RÉSUMÉ TECHNIQUE

*Dicamptodon tenebrosus*
Grande salamandre du Nord — Coastal Giant Salamander
Répartition au Canada : Colombie-Britannique

**Données démographiques**

| | |
|---|---|
| Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquer si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2008] est utilisée)<br><br>*Les larves peuvent prendre jusqu'à 6 ans pour se métamorphoser. Dudaniec et al. (2012) ont utilisé une durée de génération « conservatrice » de 12,5 ans pour leur étude génétique, en se fondant sur une durée de vie maximale d'environ 20 ans (Nussbaum, 1976).* | 10 à 15 ans |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?<br>*Déclin inféré d'après les tendances en matière d'habitat.* | Oui |
| Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations] | Inconnu |
| Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations]. | Inconnu |
| Pourcentage [prévu ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations]. | Déclin présumé de > 30 % |
| Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur. | Déclin présumé de > 30 % |
| Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé?<br>*Les causes sont partiellement comprises, ne sont pas clairement réversibles, et n'ont pas cessé.* | Non |
| Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures? | Non |

**Information sur la répartition**

| | |
|---|---|
| Superficie estimée de la zone d'occurrence<br>*Calcul d'origine de 850 km$^2$ – écart probablement dû aux différentes méthodes de calcul.* | 760 km² |
| Indice de zone d'occupation (IZO)<br>*L'IZO, établi à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté superposée sur une carte de l'aire de répartition canadienne (BC Conservation Data Centre, 2010), est de 332 km²; toutefois, l'IZO est ici estimé à 608 km$^2$, d'après les carrés de la grille placés de façon linéaire sur toute la longueur des cours d'eau occupés (152 km)* | 608 km$^2$ |
| La population est-elle gravement fragmentée? | Possiblement, mais on ne peut pas le prouver |

| | |
|---|---|
| Nombre de localités*<br>*Les menaces proviennent de l'envasement des cours d'eau associée aux activités d'exploitation forestière, à la construction et au démantèlement de routes, et au développement résidentiel. Si chaque bloc de coupe ou développement est considéré comme étant un seul phénomène menaçant, alors il y a > 10 localités, même en tenant compte des effets de l'envasement en aval.* | > 10 |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence? | Non |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?<br><br>*Déclin inféré en raison de la perte d'habitat et de la détérioration de l'habitat attribuables à l'exploitation forestière, au développement résidentiel et aux autres activités humaines, qui ont lieu de façon continue.* | Oui |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de populations? | Inconnu |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*? | Inconnu |
| Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat? | Oui |
| Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations? | Non |
| Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*? | Non |
| Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence? | Non |
| Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation? | Non |

**Nombre d'individus matures dans chaque population**

| **Population** | **Nombre d'individus matures** |
|---|---|
| Nombre de populations inconnu; *chaque bassin versant de 4$^{e}$ ordre occupé pourrait correspondre à une population avec un flux génique limité parmi d'autres unités semblables, ce qui donnerait 15 populations connues.* | Inconnu |
| Population totale :<br><br>*Ferguson et Johnston (2000) fournissent une estimation brute de 13 400 adultes terrestres et une estimation à la hausse de 9 000 adultes néotènes, soit une estimation totale de 22 400 salamandres sexuellement matures. Toutefois, aucune estimation précise n'est disponible.* | Inconnu; probablement > 10 000 |

**Analyse quantitative**

| | |
|---|---|
| La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans] | Analyse quantitative non réalisée en raison du manque de données |

* Voir « Définitions et abréviations » sur le site Web du COSEPAC et IUCN 2010 (en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

**Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat**

| |
|---|
| Principales menaces : Exploitation forestière (très étendue) et envasement des cours d'eau servant à la reproduction découlant de la coupe et de l'extraction d'autres ressources, et de la présence de routes associées; développement résidentiel (localisé) et infrastructures associées qui continuent de détériorer et de fragmenter l'habitat.<br><br>Autres menaces : Poissons introduits; microprojets hydroélectriques; maladies, en particulier la chytridiomycose, due à la présence, d'une part, du *Batrachochytrium dendrobatidis*, qui menace de nombreuses populations d'amphibiens un peu partout dans le monde, et, d'autre part, à la présence du *B. salamandrivorans*, découvert récemment, mais aucun de ces deux organismes n'a été décelé chez la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique; changement climatique et conditions météorologiques extrêmes se traduisant par des sécheresses, des inondations et des modifications sur le plan de l'hydrologie. |

**Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)**

| | |
|---|---|
| Situation des populations de l'extérieur<br><br>*Washington : S5 (non en péril); Oregon : S4 (apparemment non en péril); Californie : SNR (espèce non classée)* | |
| Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?<br><br>*Possible par quelques cols de montagnes, mais les hautes altitudes empêchent généralement la dispersion d'un côté à l'autre de la frontière.* | Possible, mais peu probable |
| Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada? | Oui |
| Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants? | Probablement pas |
| La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle? | Non |

**Nature délicate de l'information sur l'espèce**

| | |
|---|---|
| L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate?<br>*La nature de l'information sur l'espèce est désignée comme étant délicate par le Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique. Les emplacements exacts des observations ne sont donc pas publiés. Une évaluation préliminaire réalisée par le sous-comité de spécialistes des amphibiens et reptiles suivant les lignes directrices du COSEPAC a révélé que l'information sur l'espèce n'était pas de nature délicate.* | Oui |

**Historique du statut**

| |
|---|
| Espèce désignée « préoccupante » en avril 1989. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en novembre 2000 et en mai 2014. |

**Justification de la désignation**

| **Statut** | **Code alphanumérique** |
|---|---|
| Espèce menacée | A3c+4c |

| **Justification de la désignation** |
| --- |
| L'aire de répartition canadienne de cette salamandre est restreinte au réseau hydrographique de la rivière Chilliwack, dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, où l'espèce se trouve principalement dans les ruisseaux de montagne aux eaux fraîches et limpides et dans la forêt riveraine à proximité. Les principales menaces incluent la perte, la dégradation et la fragmentation de l'habitat résultant de l'exploitation forestière, de la construction routière et de l'empiètement par le développement résidentiel. Ces menaces peuvent être exacerbées par les sécheresses et les inondations appelées à augmenter en raison des changements climatiques. La faible capacité de dispersion, le faible taux de reproduction, la maturité tardive et la longue durée de génération augmentent la vulnérabilité de l'espèce. |

**Applicabilité des critères**

| |
| --- |
| **Critère A** (déclin du nombre total d'individus matures) : Correspond aux critères de la catégorie « espèce menacée », A3c+4c, car on présume que le nombre d'individus matures connaîtra un déclin de 30 % ou plus au cours des 30 à 45 prochaines années (3 générations), d'après un déclin de l'indice de zone d'occupation et de la qualité de l'habitat attribuables à l'exploitation forestière, au développement résidentiel et à d'autres menaces. Le critère A4c s'applique également, car on présume que des déclins similaires auront lieu au cours d'une période de 30 à 45 ans s'étendant à la fois dans le passé et dans le futur. |
| **Critère B** (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Ne correspond pas à ce critère. Correspond presque au critère de la catégorie « espèce en voie de disparition », car la superficie de la zone d'occurrence est inférieure au seuil, et on observe un déclin continu de la superficie, de l'étendue et de la qualité de l'habitat, mais ne correspond à aucun des autres sous-critères. |
| **Critère C** (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Ne correspond pas au critère; le nombre estimé d'individus matures est supérieur au seuil de 10 000 adultes. |
| **Critère D** (très petite population totale ou répartition restreinte) : Ne correspond pas au critère. |
| **Critère E** (analyse quantitative) : Les renseignements sont insuffisants pour réaliser des analyses quantitatives de la viabilité de la population. |

## PRÉFACE

Depuis le dernier rapport de situation (Ferguson et Johnston, 2000), plusieurs études ont été menées sur la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack, en Colombie-Britannique. Celles-ci portaient sur l'utilisation de l'habitat, la génétique et la démographie de l'espèce. De plus, plusieurs relevés ont été réalisés pour clarifier la répartition de l'espèce. Bien que plusieurs nouvelles occurrences aient été relevées, l'espèce n'a pas été observée à l'extérieur de son aire de répartition déjà connue, qui demeure petite. Un programme de rétablissement provincial a été préparé (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010), et une ébauche de programme de rétablissement fédéral comprenant une description de l'habitat essentiel de l'espèce a été rédigée.

Les menaces cernées dans le rapport de situation précédent subsistent, l'exploitation forestière et les autres activités liées à la foresterie étant considérées comme étant les plus importantes menaces. Le champignon chytride *Batrachochytrium salamandrivorans*, récemment décrit, représente une menace nouvelle, mais pour le moment inconnue pour la grande salamandre du Nord. Ce nouveau chytride, isolé chez l'espèce *Salamandra salamandra* en Europe, est étroitement lié au *B. dendrobatidis*, qui cause une maladie cutanée chez les amphibiens, et qui a été associé aux déclins de populations d'amphibiens un peu partout sur la planète. Les basses températures des cours d'eau montagneux devraient protéger du *B. dendrobatidis* les amphibiens qui les habitent, notamment la grande salamandre du Nord. Toutefois, la fourchette privilégiée de température pour la croissance de ce nouveau chytride est plus basse que celle du *B. dendrobatidis* (Martel *et al.*, 2013), ce qui accroît la vulnérabilité des amphibiens de cours d'eau à l'infection par ce champignon. La présence du nouveau chytride n'a pas encore été signalée en Amérique du Nord.

Depuis 2013, 20 zones d'habitat faunique ont été approuvées pour la grande salamandre du Nord aux termes de la stratégie de gestion des espèces sauvages désignées (Identified Wildlife Strategy) associée à la *Forest and Range Practices Act* de la Colombie-Britannique. Ces zones englobent un total de 771 ha de tronçons de cours d'eau occupés à l'intérieur du district forestier de Chilliwack. La longueur linéaire combinée de l'habitat riverain occupé à l'intérieur des zones d'habitat faunique est d'environ 38 km, soit 25 %, de la longueur totale occupée connue du cours d'eau. Depuis 2013, le gouvernement provincial travaille à la création de 16 nouvelles zones d'habitat faunique pour la grande salamandre du Nord, couvrant 1 396 ha (George, comm. pers., 2013). L'efficacité des zones d'habitat faunique en matière de protection des populations de grandes salamandres du Nord est actuellement inconnue.

Au moment de la préparation du présent rapport, aucune donnée sur les connaissances traditionnelles autochtones n'était disponible.

## HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

## MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

## COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsable des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

## DÉFINITIONS (2014)

| | |
|---|---|
| Espèce sauvage | Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'un autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans. |
| Disparue (D) | Espèce sauvage qui n'existe plus. |
| Disparue du pays (DP) | Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs. |
| En voie de disparition (VD)* | Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente. |
| Menacée (M) | Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés. |
| Préoccupante (P)** | Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle. |
| Non en péril (NEP)*** | Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles. |
| Données insuffisantes (DI)**** | Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce. |

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.

Environnement Canada / Environment Canada
Service canadien de la faune / Canadian Wildlife Service
Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

# Rapport de situation du COSEPAC

sur la

# Grande salamandre du Nord

*Dicamptodon tenebrosus*

**au Canada**

2014

## TABLE DES MATIÈRES


DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE ..... 5
Nom et classification ..... 5
Description morphologique ..... 6
Structure spatiale et variabilité de la population ..... 7
Unités désignables ..... 7
Importance de l'espèce ..... 7
RÉPARTITION ..... 8
Aire de répartition mondiale ..... 8
Aire de répartition canadienne ..... 8
Zone d'occurrence et zone d'occupation ..... 10
Activités de recherche ..... 10
HABITAT ..... 11
Besoins en matière d'habitat ..... 11
Tendances en matière d'habitat ..... 16
BIOLOGIE ..... 24
Cycle vital et reproduction ..... 24
Physiologie et adaptabilité ..... 25
Déplacements et domaine vital ..... 25
Dispersion ..... 27
Relations intraspécifiques ..... 29
Relations interspécifiques ..... 30
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS ..... 30
Activités et méthodes d'échantillonnage ..... 30
Abondance ..... 31
Fluctuations et tendances ..... 32
Fragmentation de l'habitat et des populations ..... 33
Immigration de source externe ..... 35
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS ..... 36
Exploitation forestière et récolte du bois ..... 38
Pollution ..... 39
Développement résidentiel et commercial ..... 40
Espèces exotiques/non indigènes envahissantes ..... 41
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents ..... 43
Facteurs limitatifs ..... 45
Nombre de localités ..... 45
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS ..... 46
Statuts et protection juridiques ..... 46
Statuts et classements non juridiques ..... 47
Protection et propriété de l'habitat ..... 48
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS ..... 48
INFORMATION SOURCES ..... 49
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DE LA RÉDACTRICE DU RAPPORT ..... 58

**Liste des figures**

Figure 1. Grande salamandre du Nord, A) adulte terrestre et B) larve aquatique. Photographies : Elke Wind. ..... 5

Figure 2. Répartition mondiale des espèces du genre *Dicamptodon*, y compris de la grande salamandre du Nord (*D. tenebrosus*), dans l'ouest de l'Amérique du Nord (adapté avec la permission de Fessler, 2012). ..... 6

Figure 3. Aire de répartition de la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada. Carte préparée par K. Welstead d'après des données compilées par Ferguson et Johnston (2000) L. Sopuck, et d'après des données additionnelles provenant des registres du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. [Avec la permission de la Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010]. ..... 9

Figure 4. Blocs de coupe retirés, en attente et actifs dans la vallée de la Chilliwack. (Source : outil de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page; page consultée en mars 2013). ..... 22

Figure 5. Emplacement des projets d'aménagement d'installations de production d'énergie renouvelable et des titres miniers dans l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord (carte créée par K. Welstead, MFLNRO, 2012). ..... 23

Figure 6. Emplacements et nombre de truites relâchées dans des sites de trouvant à l'intérieur et à proximité de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord au Canada de 1984 à 2013. Les données sur les saumons relâchés (espèces du genre *Oncorhynchus*) ne sont pas incluses. Source : GoFishBC. ..... 42

**Liste des tableaux**

Tableau 1. Sommaire des occurrences de grandes salamandres du Nord en Colombie-Britannique regroupées par occurrences d'élément. Les données proviennent de la base de données du Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique (jusqu'en 2011). ..... 17

Tableau 2. Nombre de blocs de coupe et de zones récoltées dans l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack de 2006 à 2013, tel que résumé à partir de l'outil provincial de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page). ..... 21

Tableau 3. Statut de conservation (NatureServe, 2013; B.C. Conservation Data Centre, 2013; B.C. Conservation Framework, 2013; site Web Espèces sauvages, la situation générale des espèces au Canada, http://www.wildspecies.ca/home.cfm?lang=f). ..... 36

Tableau 4. Sommaire de l'évaluation réalisée au moyen du calculateur des menaces de l'UICN pour la grande salamandre du Nord (résultats complets avec notes accessibles sur demande auprès du Secrétariat du COSEPAC).... 37

Tableau 5. Sommaire des plus importants changements prédits à partir des trois modèles climatiques concernant les précipitations annuelles pour la période de 2020 (de 2010 à 2039; voir l'annexe 3 pour plus de détails). . 44

**Liste des annexes**

Annexe 1. Sommaire des rapports qui comprennent des observations de grandes salamandres du Nord dans l'aire de répartition canadienne de l'espèce... 59

Annexe 2. Emplacements des installations de production d'énergie hydroélectrique faisant l'objet de permis dans le bassin de la Chilliwack compilés à partir de l'outil provincial de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page)..... 61

Annexe 3. Variables météorologiques annuelles et saisonnières prédites selon trois scénarios pour les populations de grandes salamandres du Nord de la Colombie-Britannique, en comparaison avec les conditions climatiques que connaissent actuellement des populations se trouvant à une altitude similaire dans la portion méridionale de l'aire de répartition de l'espèce (Weaverville en Californie). Les résultats prévus concernent un emplacement aléatoire situé au centre de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord[a]. ..... 62

## DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

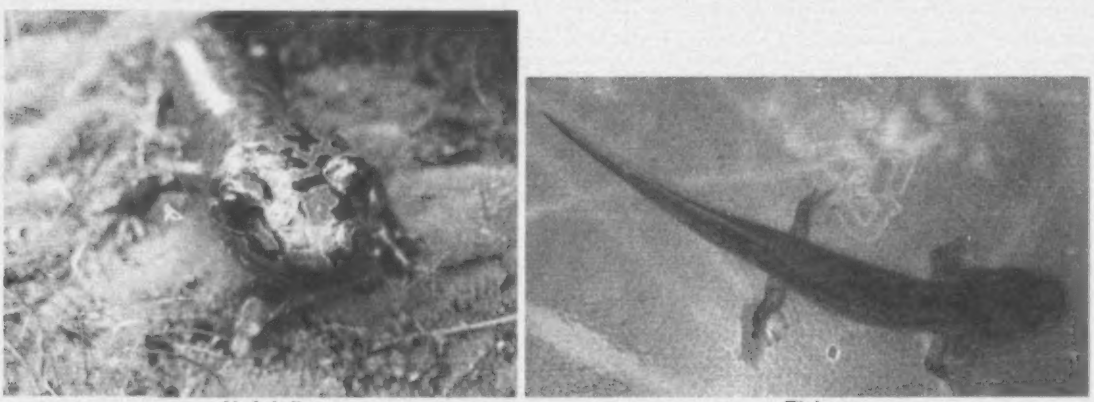
### Nom et classification

Nom scientifique : *Dicamptodon tenebrosus* (Baird et Girard, 1852)

Nom commun français : Grande salamandre du Nord (Green, 2012)

Nom commun anglais : Coastal Giant Salamander (Crother, 2012); anciennement Pacific Giant Salamander.

La grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) (figure 1) appartient à un groupe de salamandres de grande taille semi-aquatiques endémiques à l'ouest de l'Amérique du Nord (Good, 1989). Ce groupe était à l'origine considéré comme une sous-famille da la famille des Ambystomatidés. Toutefois, une analyse taxinomique réalisée par Edwards (1976) et Estes (1981) a révélé l'existence de plusieurs caractères morphologiques et neurologiques uniques au genre *Dicamptodon*, qui lui confèrent un statut de famille distincte.



A) Adulte B) Larve

Figure 1. Grande salamandre du Nord, A) adulte terrestre et B) larve aquatique. Photographies : Elke Wind.

À l'aide d'allozymes, Good (1989) a identifié quatre espèces : le *Dicamptodon aterrimus*, le *D. copei*, le *D. ensatus* (grande salamandre) et le *D. tenebrosus*. Avant cette analyse, le *D. tenebrosus* et le *D. ensatus* étaient considérés comme formant une seule espèce : le *D. ensatus*. Le *D. ensatus* et le *D. tenebrosus* sont d'apparence similaire et ont un cycle vital semblable, mais ils sont isolés géographiquement (figure 2). Le *Dicamptodon tenebrosus* est la seule espèce du genre au Canada.

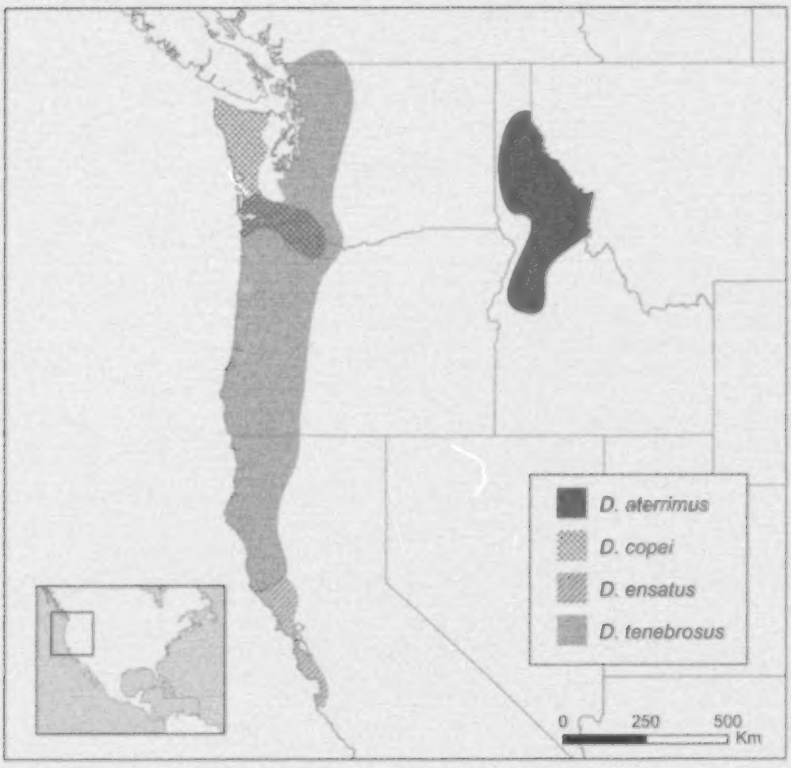



Figure 2. Répartition mondiale des espèces du genre *Dicamptodon*, y compris de la grande salamandre du Nord (*D. tenebrosus*), dans l'ouest de l'Amérique du Nord (adapté avec la permission de Fessler, 2012).

## Description morphologique

Les larves de grande salamandre du Nord mesurent environ de 33 à 35 mm (longueur totale) au moment de l'éclosion (Nussbaum et Clothier, 1973). La face dorsale est foncée, et la face ventrale est pâle chez les larves. Ces dernières possèdent des branchies et une nageoire caudale; leur tête a la forme d'une pelle (figure 1B). Si les larves se transforment en adultes terrestres, elles atteignent habituellement une longueur totale de 92 à 166 mm, la longueur maximale étant de 340 mm (Nussbaum *et al.*, 1983). Certains adultes ne se transforment pas et doivent obligatoirement demeurer dans les cours d'eau. Ces néotènes peuvent atteindre une longueur de 350 mm (Nussbaum *et al.*, 1983). Les adultes terrestres sont trapus, et leur tête est large (figure 1A). Ils sont brun foncé, habituellement parsemés de taches brun pâle ou cuivre sur la face dorsale (Farr, 1989). Les adultes de grande taille sont beaucoup moins marbrés que les petits individus, ce qui laisse croire que ces marques s'atténuent avec l'âge (Johnston, obs. pers., 2000).

**Structure spatiale et variabilité de la population**

Des études ont révélé que les populations de grandes salamandres du Nord de la vallée de la Chilliwack, en Colombie-Britannique, sont génétiquement différenciées et présentent une moins grande diversité génétique par rapport aux populations du sud de l'État de Washington (Dudaniec *et al.*, 2010, 2012). La faible diversité génétique des populations de la Colombie-Britannique a été attribuée à des facteurs historiques, notamment à la présence d'une petite population d'origine durant l'expansion post-glaciaire de l'aire de répartition de l'espèce vers le nord, et à des facteurs topographiques limitant la dispersion, comme la pente et l'altitude. Des grandes salamandres du Nord ont été observées dans la majorité des grands bassins versants du réseau hydrographique de la Chilliwack, mais le degré de connectivité entre les sites est inconnu. La connectivité dans les hautes terres est rompue par l'importante exploitation forestière et par d'autres facteurs de perturbation de l'habitat, alors que la présence d'espèces de poissons prédateurs limite probablement la dispersion le long de grands cours d'eau ou dans d'autres sous-bassins.

**Unités désignables**

Au Canada, la présence de l'espèce se limite à une petite zone de la vallée de la Chilliwack. Rien n'indique que des sous-populations de grandes salamandres du Nord au Canada sont touchées par des tendances ou des facteurs précis, ou qu'il existe des différences d'ordre biologique entre les sous-populations qui pourraient refléter des distinctions historiques ou génétiques. Par conséquent, la population canadienne est considérée comme formant une seule unité désignable.

**Importance de l'espèce**

Au Canada, on trouve la grande salamandre du Nord dans un seul bassin versant majeur. L'espèce est endémique aux forêts ombrophiles tempérées du nord-ouest de l'Amérique du Nord et est emblématique de la faune unique que ces écosystèmes abritent (Nussbaum *et al.*, 1983). La limite nordique de l'aire de répartition de l'espèce se trouve près de la frontière méridionale du Canada. Les populations qui vivent en périphérie montrent souvent une importante divergence génétique (Lesica et Allendorf, 1995) et sont potentiellement des sources importantes de nouvelles adaptations. Les grandes salamandres du Nord de la vallée de la Chilliwack sont génétiquement différenciées des populations se trouvant près du cœur de l'aire de répartition de l'espèce, dans l'État de Washington (Dudaniec *et al.*, 2010). Cette population pourrait jouer un rôle important sur le plan de la persistance de l'espèce à l'égard du changement climatique.

La grande salamandre du Nord joue un rôle prédominant en tant que prédateur de niveau trophique supérieur dans les cours d'eau, en particulier dans les réseaux où les poissons prédateurs de grande taille sont absents. Il s'agit de la plus grande salamandre semi-aquatique d'Amérique du Nord, et de la seule salamandre capable de réelles vocalisations, les adultes émettant des cris ressemblant à des aboiements lorsqu'ils sont perturbés (Nussbaum *et al.*, 1983). La forme terrestre de l'espèce est peu connue en raison de sa nature discrète. Des larves aquatiques et des adultes néotènes sont capturés à l'occasion par des pêcheurs.

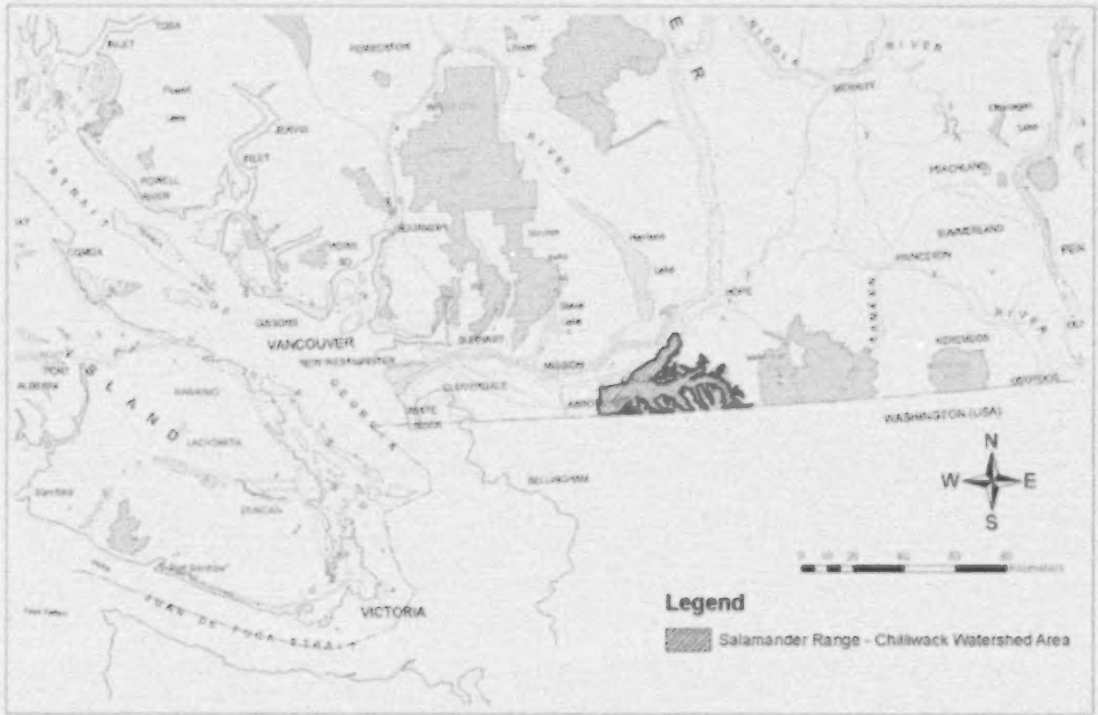
## RÉPARTITION

### Aire de répartition mondiale

L'aire de répartition de la grande salamandre du Nord s'étend le long de la côte Ouest de l'Amérique du Nord, depuis le sud de la Colombie-Britannique, en passant par la chaîne des Cascades et la chaîne Côtière, jusque dans le nord-ouest de la Californie (figure 2). Moins de 1 % de l'aire de répartition mondiale de l'espèce se trouve au Canada.

### Aire de répartition canadienne

Au Canada, l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord se limite à la vallée de la rivière Chilliwack, en Colombie-Britannique (figure 3). Aucune grande salamandre du Nord n'a été observée dans les bassins versants se trouvant à l'est du lac Chilliwack (c.-à-d. dans les bassins versants du fleuve Skagit et du ruisseau Silverhope), ou au nord du fleuve Fraser. Bien que des grandes salamandres du Nord aient été observées dans de nouveaux sites de la vallée de la Chilliwack depuis le dernier rapport de situation (Ferguson et Johnston, 2000), l'aire de répartition de l'espèce demeure globalment similaire, et s'étend du versant ouest du mont Vedder aux versants se trouvant à l'est du lac Chilliwack. La population se trouvant du côté ouest du mont Vedder, en particulier en basse altitude, pourrait être isolée en raison de modifications apportées au réseau hydrographique (Farr, 1989). Les populations se trouvant dans la zone du promontoire, autour du lac Ryder et au nord du mont Elk, sont de plus en plus fragmentées en raison de la perte d'habitat et de la dégradation de l'habitat attribuables au développement rural (Welstead, comm. pers., 2012).




**Veuillez voir la traduction française ci-dessous :**
Legend = Légende
JUAN DE FUCA STRAIT = DÉTROIT DE JUAN DE FUCA
NICOLA RIVER = RIVIÈRE NICOLA
STRAIT OF GEORGIA = DÉTROIT DE GEORGIA
Salamander Range – Chilliwack Watershed Area = Aire de répartition de la salamandre – région du bassin versant de la Chilliwack
Kilometers = Kilomètres
Washington (USA) = Washington (États-Unis)

Figure 3. Aire de répartition de la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada. Carte préparée par K. Welstead d'après des données compilées par Ferguson et Johnston (2000) L. Sopuck, et d'après des données additionnelles provenant des registres du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. [Avec la permission de la Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010].

L'aire de répartition globale de la grande salamandre du Nord au Canada a probablement peu changé au cours des dernières années, sauf en ce qui concerne la possible perte historique de populations des régions du lac Sumas et du ruisseau Vedder. Dans les années 1920, le lac Sumas était irrigué à des fins agricoles, et le ruisseau Vedder a été dérivé vers le nord pour devenir le canal Vedder.

**Zone d'occurrence et zone d'occupation**

La superficie estimée de la zone d'occurrence de l'espèce au Canada est de 760 km². L'indice de zone d'occupation (IZO) estimé est de 332 km², et a été calculé à l'aide d'une grille à mailles de 2 km de côté, uniquement en fonction des sites connus (IZO discret calculé par A. Filion, Environnement Canada). Cette valeur est fort probablement une sous-estimation. L'IZO continu est estimé à 608 $km^2$, et a été calculé à l'aide d'une grille dont les mailles ont été placées le long de la superficie linéaire des cours d'eau où l'espèce est présente (152 km; Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). L'IZO continu joint les occurrences connues le long des cours d'eau occupés, et prend en considération les tronçons n'ayant pas fait l'objet de relevés, mais dans lesquels l'espèce est probablement présente, et correspond donc à une représentation plus juste de l'ZO.

La longueur linéaire combinée des tronçons occupés a été estimée à 80 km en 1999 (Ferguson et Johnston, 2000) et à 152 km en 2009 (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). Cette dernière valeur reflète une meilleure connaissance de l'aire de répartition de l'espèce, plutôt qu'une augmentation de la superficie de la zone d'occupation, qui demeure petite. Il est probable que la superficie réelle de la zone d'occupation ait diminué au cours de la dernière décennie en raison de la perte d'habitat et de la dégradation de l'habitat (voir **Tendances en matière d'habitat**).

**Activités de recherche**

Plusieurs études portant sur la grande salamandre du Nord et s'intéressant à l'utilisation de l'habitat, à la génétique et à la démographie ont été réalisées dans la vallée de la Chilliwack. De plus, plusieurs relevés ont été effectués pour déterminer l'aire de répartition de l'espèce (annexe 1).

Les relevés les plus récents concernant la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack ont été menés à l'été 2012. Des relevés visuels ont été réalisés en août 2012 dans des zones forestières à l'intérieur de 6 sous-bassins de la rivière Chilliwack, et dans le bassin versant du ruisseau Silverhope, à l'est (Lynch et Hobbs, 2012). Au total, 37 jours-personnes de recherche (journées de 8 heures sur le terrain) ont permis d'observer 50 grandes salamandres du Nord dans 9 cours d'eau où l'espèce n'avait pas encore été observée. De plus, 34 larves et 1 adulte terrestre ont été observés au site de formation sur les relevés du mont Elk.

Des étudiants du BC Institute of Technology (BCIT) ont mené des relevés dans 9 cours d'eau en 2011 (mont Vedder [3], mont Elk [4], et ruisseau Foley [2]), dans 5 cours d'eau se trouvant à l'intérieur de zones d'habitat faunique existantes, et dans 4 cours d'eau dont les berges présentaient un certain degré de déforestation à moins de 30 mètres de la rive (Currie, comm. pers., 2012). Au total, 38 larves ou adultes néotènes de grande salamandre du Nord ont été observés dans 7 cours d'eau.

Dans le cadre de sa thèse de doctorat, qu'elle a déposée à l'Université de Colombie-Britannique (University of British Columbia), Rachael Dudaniec a recensé 48 cours d'eau dans la vallée de la Chilliwack à la recherche de grandes salamandres du Nord aquatiques et/ou terrestres en 2008 et 2009 (dans environ 70 $km^2$ de l'aire de répartition canadienne de l'espèce), au moyen de relevés visuels pour les travaux portant sur la génétique et l'analyse des caractéristiques de l'habitat (Dudaniec *et al.*, 2010; Dudaniec et Richardson, 2012; Dudaniec *et al.*, 2012). Tous les sites et les cours d'eau recensés étaient des emplacements où l'espèce avait déjà été observée dans la vallée de la Chilliwack (des individus ont été observés dans 34 cours d'eau sur 48).

Curtis et Taylor (2003) ont prélevé des tissus de larves dans des cours d'eau s'écoulant dans des peuplements forestiers de divers âges à des fins d'analyses génétiques. Ils ont fait des relevés dans 25 cours d'eau en 1998, et ont utilisé les tissus prélevés dans 8 d'entre eux. Les sites se trouvaient immédiatement à l'ouest du lac Cultus (mont Vedder), et à l'est de l'extrémité supérieure du ruisseau Foley et des extrémités supérieures des ruisseaux Tamihi et Nesakwatch. Tous les sites et cours d'eau recensés correspondaient à des emplacements où l'espèce avait déjà été observée dans la vallée de la Chilliwack.

Des données inédites existent concernant 66 grandes salamandres du Nord capturées par accident lors de relevés visant des poissons dans 16 emplacements situés le long de la rivière Chilliwack de 1985 à 2001 (Ptolemy, données inédites; 1984-2001). BC Timber Sales a réalisé des relevés visant les salamandres dans des cours d'eau se trouvant à l'intérieur de blocs de coupe avant la récolte dans l'ensemble de la vallée de la Chilliwack, mais aucune donnée détaillée n'est disponible concernant ces activités de recherche.

Les principaux relevés et études réalisés avant les études décrites ci-dessus ont été inclus dans la mise à jour précédente (voir Ferguson et Johnston, 2000). La majorité de ces études ont été menées par des étudiants et du personnel de l'Université de Colombie-Britannique.

## HABITAT

### Besoins en matière d'habitat

La grande salamandre du Nord a besoin à la fois d'un habitat aquatique et d'un habitat terrestre pour satisfaire tous ses besoins vitaux. L'espèce a été observée du niveau de la mer à 1 790 m d'altitude en Oregon (Leonard *et al.*, 1993), et jusqu'à 2 160 m dans le nord-ouest de la Californie (Welsh, 2005), mais elle semble atteindre une limite d'altitude à 1 200 m dans la vallée de la Chilliwack (Welstead, comm. pers., 2012). Bien que l'espèce ait été observée dans un vaste éventail de milieux un peu partout dans son aire de répartition, elle semble plus limitée dans ses exigences en matière d'habitat en Colombie-Britannique qu'ailleurs.

Dans son aire de répartition mondiale, la grande salamandre du Nord a été signalée dans tous les types de milieux lotiques, des petits suintements et des cours d'eau montagneux aux grandes rivières, de même que dans certains lacs et étangs (Stebbins, 1951; Nussbaum et Clothier, 1973; Nussbaum, 1976; Johnston, 1998). Les sites de nidification propices pourraient représenter la caractéristique de l'habitat la plus importante pour la grande salamandre du Nord (Farr, 1989), mais seulement quatre sites de nidification connus ont été décrits, tous situés dans des cours d'eau de montagne (Jones *et al.*, 1990). Deux de ces sites se trouvaient en Oregon, et ont été décrits ainsi par Nussbaum (1969) : 1) dans un talus stable et un banc de terre adjacent à un cours d'eau; 2) dans un amas de roches au pied d'une chute. Un troisième a été trouvé dans un morceau de bois submergé provenant d'un pont traversant un cours d'eau au débit rapide (Henry et Twitty, 1940). Le quatrième nid a été découvert sur une bille partiellement pourrie au bord d'un petit cours d'eau dans le sud-ouest de l'Oregon (Jones *et al.*, 1990).

Dans les milieux lotiques, les grandes salamandres du Nord au stade larvaire utilisent divers microhabitats, mais on les observe principalement dans les fosses (Haycock, 1991; Mallory, 1996). Toutefois, il pourrait s'agir d'un artefact d'échantillonnage (les larves sont plus difficiles à observer dans les radiers). Hatziantoniou (1999) a observé que l'abondance des grandes salamandres du Nord était fortement associée à un pourcentage élevé de petites fosses. L'abondance des larves a tendance à diminuer avec l'augmentation de la largeur de la surface humide (Richardson et Neill, 1995; Adams et Bury, 2002) et avec la profondeur (Southerland, 1986; Tumlinson *et al.*, 1990). Toutefois, des grandes salamandres du Nord ont été observées régulièrement dans de grands réseaux fluviaux, notamment dans la rivière Chilliwack. Au total, 66 grandes salamandres du Nord ont été capturées dans 17 sites le long de la rivière au cours de 16 séances d'échantillonnage ayant eu lieu de 1985 à 2000 dans le cadre de relevés visant des poissons à l'aide d'un appareil de pêche électrique (la largeur moyenne de la rivière était de 5 m) (Ptolemy, données inédites, 1984-2001). Les grandes salamandres du Nord utilisent également la zone hyporhéique des cours d'eau (zone où les eaux de surface et les eaux souterraines peu profondes se mélangent, en dessous et à côté du lit des cours d'eau). Feral *et al.* (2005) ont capturé 15 grandes salamandres du Nord au stade larvaire enfouies jusqu'à 60 cm de profondeur dans des pièges à invertébrés dans le nord de la Californie. Toutes les captures ont eu lieu à des endroits où le niveau de l'eau était de moins de 4 cm de profondeur, mais la majorité a eu lieu à des endroits ne présentant pas d'écoulement superficiel.

Comme c'est le cas pour d'autres amphibiens vivant dans les cours d'eau (p. ex la grenouille-à-queue cotière [*Ascaphus truei*]), la présence et l'abondance relative de grandes salamandres du Nord dépendent de la géologie de surface. Dans les cours d'eau de l'ouest des États de Washington et de l'Oregon, l'abondance de la grande salamandre du Nord était positivement corrélée avec le nombre de crevasses et d'objets permettant aux salamandres de se couvrir dans le substrat (Hall *et al.*, 1978; Murphy et Hall, 1981; Connor *et al.*, 1988). La disponibilité et la densité des roches

(> 7,5 cm) influait fortement sur l'abondance et la répartition des grandes salamandres du Nord au stade larvaire, tant à l'intérieur des fosses que d'une fosse à l'autre (Parker, 1991), les larves choisissant des objets dans le substrat pouvant recouvrir tout leur corps (Haycock, 1991). Dans la vallée de la Chilliwack, l'abondance relative des larves était positivement corrélée avec le pourcentage de rochers à l'intérieur des cours d'eau (Dudaniec et Richardson, 2010). Leuthold *et al.* (2012) ont estimé que la densité maximale des larves était observée dans les cours d'eau de taille intermédiaire, qui contiennent la plupart des substrats propices et de gros objets permettant aux salamandres de se couvrir. Hatziantoniou (1999) a observé que l'abondance des grandes salamandres du Nord augmentait avec la hausse du pourcentage de la couverture rocheuse et avec la diminution de la vitesse du courant. Le type de roches disponibles pourrait aussi jouer un rôle important. Dans les paysages non exploités du parc national Olympic (Olympic National Park), Adams et Bury (2002) n'ont observé que des salamandres appartenant à l'espèce *D. copei* dans des cours d'eau s'écoulant sur une géologie de surface non consolidée (p. ex. sédiments marins qui s'érodent facilement), en comparaison avec les grenouilles-à-queue côtières, qui étaient plus abondantes dans les cours d'eau s'écoulant sur des types de roches consolidées. Les auteurs soulèvent que les études précédentes n'avaient généralement permis que d'observer de rares amphibiens de cours d'eau sur des lits non consolidés, menant à une protection forestière moindre de ces milieux. Toutefois, aucune étude ne s'est penchée sur les interactions entre la géologie de surface et les activités d'exploitation forestière, et l'étude d'Adams et Bury (2002) est la seule à examiner la géologie de surface dans des forêts non exploitées.

La zone riveraine des cours d'eau est importante pour les grandes salamandres du Nord. Quatre-vingt-quatre pour cent des grandes salamandres du Nord capturées dans des forêts non aménagées en Oregon ont été trouvées à 10 m ou moins d'un cours d'eau (Vesely, 1996). En moyenne, 67 % des sites consignés grâce à de grandes salamandres du Nord suivies par télémétrie en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington se trouvaient à 5 m ou moins du bord de l'eau, mais les résultats étaient très variables. Certains individus étaient toujours observés à proximité de l'eau, alors que d'autres n'étaient jamais observés à moins de 5 m du bord du cours d'eau (Johnston, 1998). D'après des études télémétriques plus poussées réalisées durant deux saisons actives dans le centre de l'État de Washington, Fessler (2012) a observé que les déplacements des grandes salamandres du Nord étaient généralement restreints à une zone de 30 m ou moins de la berge ou à une zone de 50 m ou moins d'une source d'eau (suintement ou cours d'eau). Bien que certains individus se soient déplacés sur plus de 100 m depuis un cours d'eau à jusqu'à un milieu terrestre, tous les individus ont été suivis dans des sites se trouvant à l'intérieur ou autour de suintements (Fessler, 2012). Des grandes salamandres du Nord ont été observées dans des sites terrestres et aquatiques de façon presque uniforme tout au long de la saison active (milieux terrestres : 49 %; berges : 18 %; cours d'eau : 21 %; suintements : 12 %; Fessler, 2012).

La grande salamandre du Nord utilise une variété de refuges terrestres. Les refuges les plus communs se trouvent à l'intérieur ou en dessous de débris ligneux grossiers, habituellement à un stade avancé de décomposition, sous la terre (terriers de petits mammifères et passages dans des réseaux de racines), ou sous des roches (Johnston, 1998). Fessler (2012) a utilisé deux techniques pour observer l'utilisation de microhabitats par la grande salamandre du Nord : des appareils de radiotélémétrie et des caméras commande à distance étaient placées à proximité des refuges, et ont révélé une fidélité de l'espèce à ces sites. La plupart des retours aux sites avaient lieu à l'intérieur de 50 jours, les individus s'étant déplacés sur moins de 50 m entre-temps. La plus longue durée et la plus longue distance observées entre les visites à un refuge étaient respectivement de 381 jours et de 259 m (Fessler, 2012). Tout microsite humide pourrait constituer un site de nidification propice pour les *Dicamptodon* terrestres. Dans le nord de la Californie, d'importants rassemblements de de grandes salamandres ont été observés sous deux vieux ponceaux rouillés qui avaient été retirés de cours d'eau (Fellers *et al.*, 2010).

Les grandes salamandres du Nord terrestres ont tendance à hiverner dans les mêmes types de refuges que ceux qu'elles utilisent tout au long de la saison active, la plupart du temps dans des terriers et des suintements souterrains (Johnston, obs. pers., 2000). Les neuf sites d'hivernage où des grandes salamandres du Nord ont été suivies dans le centre de l'État de Washington se trouvaient à des emplacements associés à des caractéristiques aquatiques (sous la surface, suivant un suintement; dans un cours d'eau; dans une berge d'un cours d'eau avec de l'eau s'écoulant; Fessler, 2012). Dethlefsen (1948) a publié un compte rendu dans lequel il indique que plusieurs *D. ensatus* adultes ont été déterrées à 6,1 m durant un forage souterrain dans un versant de grès et de boue, près d'une source, en Californie, et que ce site correspondait probablement à un site d'hivernage (Nussbaum, 1969).

Des grandes salamandres du Nord ont été trouvées dans des peuplements forestiers de divers âges, y compris dans des peuplements coupés à blanc et dans des forêts vieilles et mûres. Dudaniec et Richardson (2012) ont observé que la présence et l'abondance relative des grandes salamandres du Nord dans 32 cours d'eau échantillonnés un peu partout dans la vallée de la Chilliwack étaient positivement associées à l'altitude du cours d'eau et à l'âge de la forêt. Des études antérieures dans la région ont révélé que la présence ou la densité des larves étaient similaires ou plus élevées dans les zones coupées à blanc que dans les zones boisées (Pollock *et al.*, 1990; Richardson et Neill, 1998; Neill, données inédites, 2000), et que la densité était plus élevée dans les cours d'eau se trouvant dans des peuplements de seconde venue que dans les cours d'eau se trouvant dans des zones coupées à blanc ou dans des forêts anciennes (Hatziontoniou, 1999). Contrairement aux résultats des études comparant l'abondance relative, Curtis et Taylor (2003) ont observé que les larves de grande salamandre du Nord dans les cours d'eau se trouvant dans des peuplements récemment coupés à blanc présentaient une plus faible variation génétique et une plus faible hétérozygotie par rapport à celles des cours d'eau se trouvant dans des forêts anciennes ou dans des peuplements de seconde venue, ce qui laisse croire qu'il y a un effet d'étranglement quant à l'effectif de ces populations dû soit à un taux de survie

réduit, soit à une dispersion restreinte. Ferguson (1998) a observé que le taux de croissance de larves vivant dans une zone coupée à blanc (< 5 ans) dans la vallée de la Chilliwack était presque deux fois plus rapide que le taux de croissance de larves vivant dans des sites présentant un couvert forestier fermé (N = 3). Ces résultats correspondent aux observations faites dans le cadre de recherches sur les pêches, où on observe souvent une augmentation du taux de croissance dans les cours d'eau se trouvant dans des zones coupées à blanc en raison de la productivité accrue (voir par exemple Hartman et Scrivener, 1990). Le rétablissement de la grenouille-à-queue côtière dans la région du mont St. Helens, qui a connu l'une des plus fortes densités de larves partout dans le nord-ouest de l'Amérique du Nord, a également été attribué à la productivité accrue des cours d'eau de la région à la suite de l'éruption (Crisafulli *et al.* 2005).

Le taux de capture par unité d'effort des grandes salamandres du Nord terrestres, contrairement à celui des formes aquatiques, était plus faible dans les zones coupées à blanc que dans les milieux boisés, et les salamandres dans les zones coupées à blanc modifiaient leur comportement d'une manière suivant une hypothèse liée au stress hydrique (Johnston, 1998; Johnston et Frid, données inédites, 2000). Dans la région de la Chilliwack, des adultes terrestres ont été observés traversant un milieu forestier pour rejoindre une zone coupée à blanc (< 10 ans depuis la coupe; Johnston, 1998). Toutefois, ce comportement n'a pas été observé fréquemment, et à chaque occasion les salamandres regagnaient le milieu forestier à l'intérieur d'une période de 8 jours. Lorsque les salamandres étaient placées à la limite entre le milieu forestier et le milieu coupé à blanc, celles-ci évitaient la zone coupée à blanc et préféraient la forêt, la zone coupée à blanc agissant comme un obstacle aux déplacements (Johnston, 1998). En comparaison avec les salamandres se trouvant dans les sites forestiers (> 25 ans depuis la dernière coupe), les animaux se trouvant dans les zones coupées à blanc (< 10 ans depuis la dernière coupe) demeuraient plus près des cours d'eau, passaient plus de temps dans des refuges souterrains, avaient des aires de répartition estivale et automnale plus petites, et dépendaient davantage des précipitations pour leurs déplacements durant l'été (Johnston, 1998). Ces changements de comportement pourraient réduire l'aptitude des animaux à survivre dans les zones coupées à blanc en influant sur leur capacité de trouver de la nourriture et de se reproduire (Johnston, 1998), et limiter leur capacité de dispersion par voie terrestre. Dudaniec et Richardson (2012) ont observé que l'indice de charge thermique (mesure de l'interception des rayons solaires) pourrait influer sur la structure génétique des populations de grande salamandre du Nord de la vallée de la Chilliwack. Ces résultats concordent avec une étude menée en Oregon, où un moins grand nombre de grandes salamandres du Nord terrestres ont été trouvées le long de cours d'eau se trouvant dans des forêts où les arbres avaient été coupés jusqu'à la berge (7 %, 1 site sur 13) que dans les sites où une zone tampon riveraine avait été laissée (42 %, 5 sites sur 12) (Vesely, 1996).

**Tendances en matière d'habitat**

Au Canada, la majeure partie de l'habitat historique de la grande salamandre du Nord est devenu fragmenté en raison de l'exploitation forestière, du développement résidentiel et des feux de friche. Le développement résidentiel a mené à la perte permanente de couvert forestier et de cours d'eau. Par exemple, trois cours d'eau ont été complètement asséchés dans la collectivité de Yarrow, il y a environ 20 ans, en raison du développement résidentiel (Knopp, comm. pers., 2012). L'exploitation forestière un peu partout dans la vallée réduit la qualité de l'habitat en modifiant les conditions microclimatiques des milieux riverains et terrestres (Chen *et al.*, 1993, 1995; Brosofske *et al.*, 1997), et accroit la température des cours d'eau dans les jeunes peuplements (Beschta *et al.*, 1987), température susceptible de dépasser les seuils de tolérance thermique des amphibiens qui vivent dans les cours d'eau. La construction de routes associée au développement urbain et à l'exploitation forestière peut dégrader l'habitat lotique en modifiant le débit, en fragmentant les populations, et en accroissant la sédimentation. La sédimentation des cours d'eau, à son tour, peut faire en sorte de réduire l'effectif des populations d'insectes aquatiques, d'obstruer les branchies des salamandres aquatiques (Toews et Brownlee, 1981), et de limiter les possibilités pour les salamandres de se couvrir en remplissant les espaces interstitiels entre les roches et les cailloux (Waters, 1995).

Environ 9 % de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord a fait l'objet d'un aménagement (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010), en grande partie dans l'ouest de son aire de répartition. Le développement urbain progresse lentement vers l'est dans la vallée de la Chilliwack, de même que sur les versants environnants, isolant ainsi les populations dans des fragments forestiers et dans des cours d'eau. En 1996, les versants entourant la rivière Chilliwack comptaient environ 1 400 habitations (régions du promontoire, du mont Chilliwack, du lac Ryder et du versant est; Ferguson et Johnston, 2000). Depuis 2012, le nombre d'habitations est passé à 4 022 (City of Chilliwack Official Community Plan, OCP, 2013). D'après ce plan, « le corridor urbain a été favorisé par rapport au versant, qui présente des capacités limitées (en ce qui concerne les besoins de la Ville en matière de croissance), et coûte cher à aménager. L'avenir de la ville repose donc sur la densification. » [Traduction libre].Le plan présente un nouveau projet d'aménagement proposé dans la partie sud-ouest de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord, au nord-ouest du mont Vedder. Ce projet comprendra des zones résidentielles de densité modérée, des zones industrielles générales et des zones commerciales générales. L'OCP propose également la création d'environ 21 km de chemins traversant les quartiers du promontoire, du lac Ryder et des versants est, de même que la création, l'agrandissement ou le réaménagement de 7 parcs de quartier, et la création, l'agrandissement ou le réaménagement d'un parc communautaire. Une proportion relativement importante du développement a eu lieu sur le mont Vedder, dans une zone comprenant l'une des occurrences les plus importantes de grandes salamandres du Nord en Colombie-Britannique (BC CDC, occurrence d'élément [OÉ] n° 5). Des registres de détection et plus de 50 caractéristiques (c.-à-d. sites géographiques ou cours d'eau uniques où des individus ont été trouvés dans une OÉ;

tableau 1) existent pour ce site de 1927 à 2011. Les observations de l'espèce les plus proches ont été faites environ 3 km plus loin, sur l'autre rive de la rivière Chilliwack (dans les OÉ n$^{os}$ 25 et 10, mais on n'a pas vu de grande salamandre du Nord dans l'OÉ n° 10 en 2006), également menacée par le développement croissant, et dans la vallée du lac Cultus, également aménagée (dans l'OÉ n° 23, dans le bassin versant du ruisseau Liumchen, environ 4 km à l'est).

**Tableau 1. Sommaire des occurrences de grandes salamandres du Nord en Colombie-Britannique regroupées par occurrences d'élément. Les données proviennent de la base de données du Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique (jusqu'en 2011).**

| N° de l'OÉ/ caractéristique[a] | Emplacement général de l'OÉ | N$^{bre}$ de sites par OÉ (caractéristique) | N$^{bre}$ de détections par année par OÉ | Années de détection par OÉ | Remarques sur les menaces | Protection[b] | Viabilité estimée[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **3/5627** | Rivière Chilliwack; nord-est du mont Pierce | 8 | 9 | 1983, 1985, 1994, 1999-2001, 2008, 2009, 2011 | | | AC – Excellente, bonne ou passable |
| **4/2 563** | Ruisseau Foley | 18 | 7 | 1985, 1994, 1995, 2000, 2004, 2008, 2009 | Coupe à blanc partielle en 1994 | Partiellement à l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | BC – Bonne ou passable |
| **5/1 819** | Lac Cultus, rive ouest | 63 | 24 | 1927, 1935, 1942, 1947, 1981, 1984, 1985, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996, 1998-2000, 2002-2009, 2011 | Portions de l'occurrence faisant l'objet d'un certain aménagement, mais un petit cours d'eau et des zones humides subsistent | | AB – Excellente ou bonne |
| **6/5 094** | Ruisseau Centre | 13 | 8 | 1984, 1985, 1994, 1995, 2000, 2001, 2008, 2009 | | À l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | BC – Bonne ou passable |
| **7/902** | Ruisseau Nesakwatch | 16 | 6 | 1994, 1995, 2000, 2007-2009 | | Partiellement à l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | BC – Bonne ou passable |
| **8/4 468** | Ruisseau Slesse | 5 | 5 | 1994, 2000, 2001, 2008, 2009 | Coupe à blanc autour du cours d'eau (Knopp et Larkin, 1995); forêt aujourd'hui plus jeune (immature). | | BC – Bonne ou passable |

| N° de l'OÉ/ caractéristique[a] | Emplacement général de l'OÉ | N^bre de sites par OÉ (caractéristique) | N^bre de détections par année par OÉ | Années de détection par OÉ | Remarques sur les menaces | Protection[b] | Viabilité estimée[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **9/3 244** | Ruisseau Seedling | 2 | 3 | 1995, 2000, 2011 | | Zone d'habitat faunique recoupant les tronçons inférieurs du ruisseau | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **10/3 248** | Promontory Heights/mont Tom | 4 | 5 | 1986, 1990, 1991, 1995, 2000; espèce non décelée dans 4 sites en 2006 | Beaucoup de travaux d'aménagement résidentiel sont prévus dans cette zone | | F – Impossible à déterminer |
| **11/5 422** | Mont Church; versant nord | 8 | 7 | 1986, 1993, 1994, 2000, 2008, 2009, 2011 | | À l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | CD – Passable ou faible |
| **12/3 918** | Ruisseau Wingfield | 1 | 1 | 1990 | | | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **13/1 357** | Ruisseau Tamihi | 13 | 6 | 1934, 1980, 1986, 1995, 2000, 2008 | Aménagement empiétant sur une portion de la zone | Partiellement à l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | BC – Bonne ou passable |
| **14/4 357** | Mont Elk, versant sud | 31 | 11 | 1987, 1989, 1994, 1996, 1999, 2000, 2006-2009, 2011 | Les terres privées fragmentent en quelque sorte ce site; la qualité de l'habitat se détériore en aval | Partiellement à l'intérieur de zones d'habitat faunique (de l'espèce et d'autres espèces) | BC – Bonne ou passable |
| **15/2 424** | Ruisseau Bridal Veil | 5 | 3 | 1990, 1993, 1994; en 2006, aucune salamandre n'a été trouvée à l'intérieur d'un rayon de 1 km au nord et à l'est des observations de 1994 | | Parc provincial | F – Impossible à déterminer |
| **16/1 431** | Ruisseau Chipmunk | 4 | 3 | 1990, 2000, 2011 | | Exploitation forestière intensive | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **17/158** | Ruisseau Post | 3 | 3 | 1988, 1996, 2001 | | | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |

| N° de l'OÉ/ caractéristique[a] | Emplacement général de l'OÉ | N^bre de sites par OÉ (caractéristique) | N^bre de détections par année par OÉ | Années de détection par OÉ | Remarques sur les menaces | Protection[b] | Viabilité estimée[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **18/2 845** | Lac Chilliwack, rive nord-est | 12 | 6 | 1985, 1986, 1988, 1989, 1994, 2009 | | Parc provincial | B – Bonne |
| **20/4 182** | Lac Chilliwack; ruisseau à l'ouest de la rivière | 2 | 2 | 1990, 1996 | | Parc provincial et réserve écologique | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **21/2 282** | Lac Chilliwack, rive ouest | 2 | 5 | Espèce décelée avant 1960; 1977-1979, 1985 | | Parc provincial | H? – Viabilité historique possible |
| **22/5 404** | Ruisseau Paleface; parc provincial du lac Chilliwack | 1 | 1 | 1976 | Vallée faisant l'objet d'exploitation forestière | Parc provincial | H? – Viabilité historique |
| **23/1 027** | Ruisseau Liumchen | 5 | 4 | 1934, 1988, 1995, 2012 | | Réserve écologique | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **24/7 497** | Ruisseau Calkins | 5 | 4 | 1993, 2000, 2006, 2007 | Nouvelle route d'accès (2006); zone possiblement visée par le développement | | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **25/7 498** | Lac Ryder/mont Tom | 3 | 4 | 1992, 1994, 2006, 2007 | Habitat décrit comme étant de qualité passable à faible et étant touché par de nombreuses perturbations | | BD – Bonne, passable ou faible |
| **26/7 535** | Ruisseau Tamihi | 6 | 6 | 2000, 2005, 2007-2009, 2011 | Certaines portions coupées à blanc | | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **27/7 669** | Ruisseau Elk; Rosedale | 1 | 1 | 2001 | | Partiellement à l'intérieur d'une zone d'habitat faunique | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **28/7 671** | Ruisseau Midgley | 1 | 2 | 1998, 2004 | Routes | | E – Existence vérifiée (viabilité non évaluée) |
| **29/8 969** | Ruisseau Chipmunk | 2 | 1 | 2011 | Utilisation récréative intensive; la zone au nord a récemment fait l'objet d'exploitation forestière | | C – Passable |

| N° de l'OÉ/ caractéristique[a] | Emplacement général de l'OÉ | N^bre de sites par OÉ (caractéristique) | N^bre de détections par année par OÉ | Années de détection par OÉ | Remarques sur les menaces | Protection[b] | Viabilité estimée[c] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 OÉ au total | | 234 (n^bre total de sites/caractéristiques) | 5,27 | N^bre moyen de détections par année | | | |
| | | | 4,5 | N^bre médian de détections par année | | | |
| | | | 24 | N^bre maximal de détections par année | | | |
| | | | 1 | N^bre minimal de détections par année | | | |

a Occurrence d'élément (OÉ) du Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique.

Par OÉ, on entend une zone terrestre ou aquatique à l'intérieur de laquelle une espèce ou une communauté écologique est ou a déjà été présente. Une OÉ devrait avoir un intérêt pratique en matière de conservation de l'élément, comme en témoignent la présence potentielle continue (ou historique) et/ou la récurrence régulière de l'élément à un endroit donné. Lorsque l'élément se rapporte à une espèce, l'OÉ correspond souvent à la population locale, mais il peut arriver qu'elle corresponde à une portion d'une population (p. ex. espèce qui migre sur de longues distances) ou à un groupe de populations voisines (p. ex. métapopulation).

b Zone d'habitat faunique.

c Cotes de viabilité du Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique.

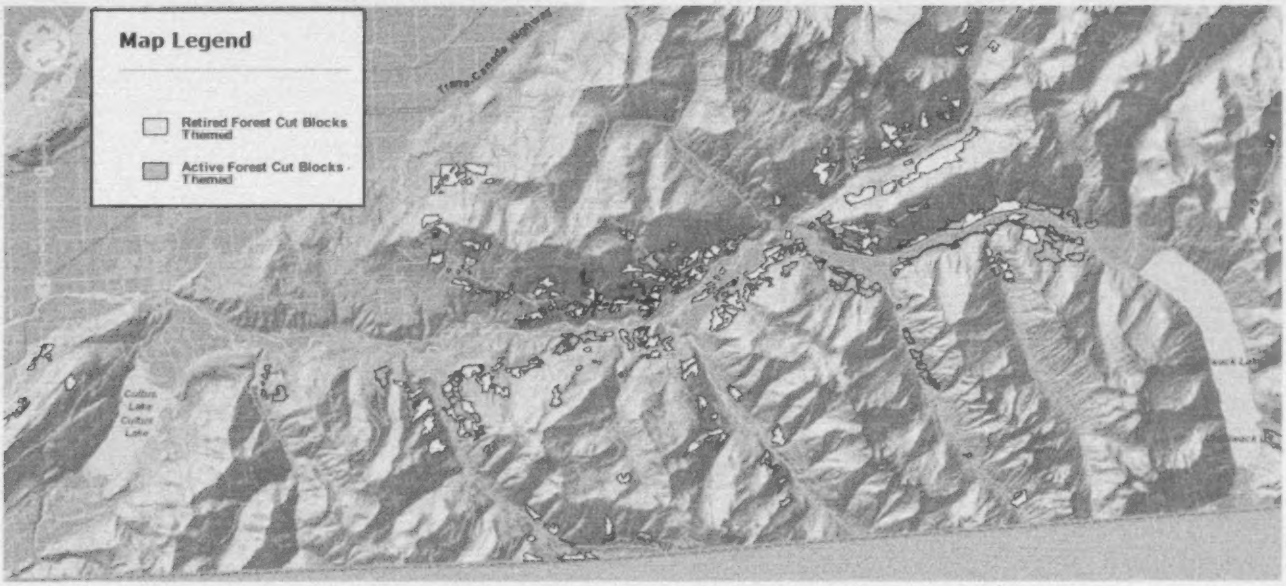
En Colombie-Britannique, on a observé que les activités d'exploitation forestières avaient tendance à progresser vers le haut des montagnes, commençant au fond des vallées, puis montant graduellement en altitude, car le bois d'œuvre facilement accessible a déjà été récolté dans la plupart des zones productives. Dans la vallée de la Chilliwack, les zones forestières en basse altitude ont déjà été exploitées, laissant la majeure partie de l'habitat restant de forêts anciennes sous forme de fragments épars se trouvant au-delà de la limite d'altitude de la grande salamandre du Nord. Sur les quelque 64 300 ha de terres qui se trouvaient sous le couvert forestier dans l'aire de répartition de la population canadienne de grandes salamandres du Nord, et qui se trouvaient sous la limite d'altitude de l'espèce de 1 200 m, dans la vallée de la Chilliwack, moins de 10 % étaient des forêts agées de plus de 120 ans, et environ 51 % d'entre elles étaient ≤ 60 ans en 2003 (données inédites, Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). D'après le plan d'exploitation forestière sur 5 ans présenté pour la période 1998-2002, 970 ha additionnels ont été proposés pour la coupe à blanc et pour l'exploitation partielle en 2002 (y compris à des fins de coupe sélective et d'éclaircie commerciale; Ferguson et Johnston, 2000). Après une révolution forestière de 80 ans, il a été prévu que la majeure partie des peuplements de seconde venue adultes restants seraient probablement soumis à une deuxième révolution, qui commencerait autour de 2013. Les futurs plans de récolte n'étaient pas accessibles pour la présente mise à jour en raison du passage, en 2004, de la *Forest Practices Code of British Columbia Act* à la *Forest and Range Practices Act*, qui n'exige plus que

les titulaires de permis présentent au gouvernement provincial leurs plans d'exploitation sur 5 ans. Des plans d'intendance forestière sur 5 ans sont plutôt préparés; ceux-ci montrent les zones visées par l'intendance et la manière dont sont abordés les objectifs en matière d'utilisation des terres. Ils incluent des zones de gestion des forêts anciennes et des zones d'habitat faunique. Les estimations faites à partir des données extraites du logiciel iMapBC donnent à penser que, de 2006 à 2013, environ 3 800 ha de zones forestières 1) faisaient ou feront l'objet d'exploitation forestière (superficie brute = 690 ha), 2) sont/étaient en attente (superficie brute = 69 ha), 3) ont été retirées (activités d'exploitation terminées, mais pourraient reprendre dans le futur) de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord (superficie brute = 3 037 ha; tableau 2; figure 4). Les projections pour les 5 prochaines années (de 2012 à 2017) ont été obtenues de la part de 3 principaux titulaires de permis/entreprises (c.-à-d. Dorman Group, BC Timber Sales – une division du gouvernement provincial de la Colombie-Britannique, et Ts'elxwéyeqw Tribe Management Limited), qui ont signé une entente voulant que la vallée de la Chilliwack soit considérée comme un projet de permis fondé sur les zones (Wealick, comm. pers., 2013). Grâce aux données obtenues, un volume total projeté de 376 259 $m^3$ sera récolté dans la vallée durant cette période de 5 ans aux termes de leurs permis, et environ 577 ha seront exploités par les 2 dernières entreprises (aucune donnée disponible de la part de Dorman Group).

**Tableau 2. Nombre de blocs de coupe et de zones récoltées dans l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack de 2006 à 2013, tel que résumé à partir de l'outil provincial de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page).**

| Statut du bloc de coupe* | N$^{bre}$ de blocs de coupe | Années de la base de données | Superficie brute planifiée du bloc (ha) | Superficie nette planifiée du bloc (ha) |
|---|---|---|---|---|
| Actif | 57 | 2006-2013 | 690,26 | 582,17 |
| En attente | 3 | 2010-2013 | 69,08 | 47,90 |
| Retiré | 190 | 2006-2012 | 3 037,76 | 2582,15 |
| | | *Total* | 3 797,10 | 3212,22 |

* Les plans d'exploitation forestière ne sont plus exigés. Par conséquent, on ne pourra pas obtenir de renseignements sur l'exploitation forestière à l'avenir.

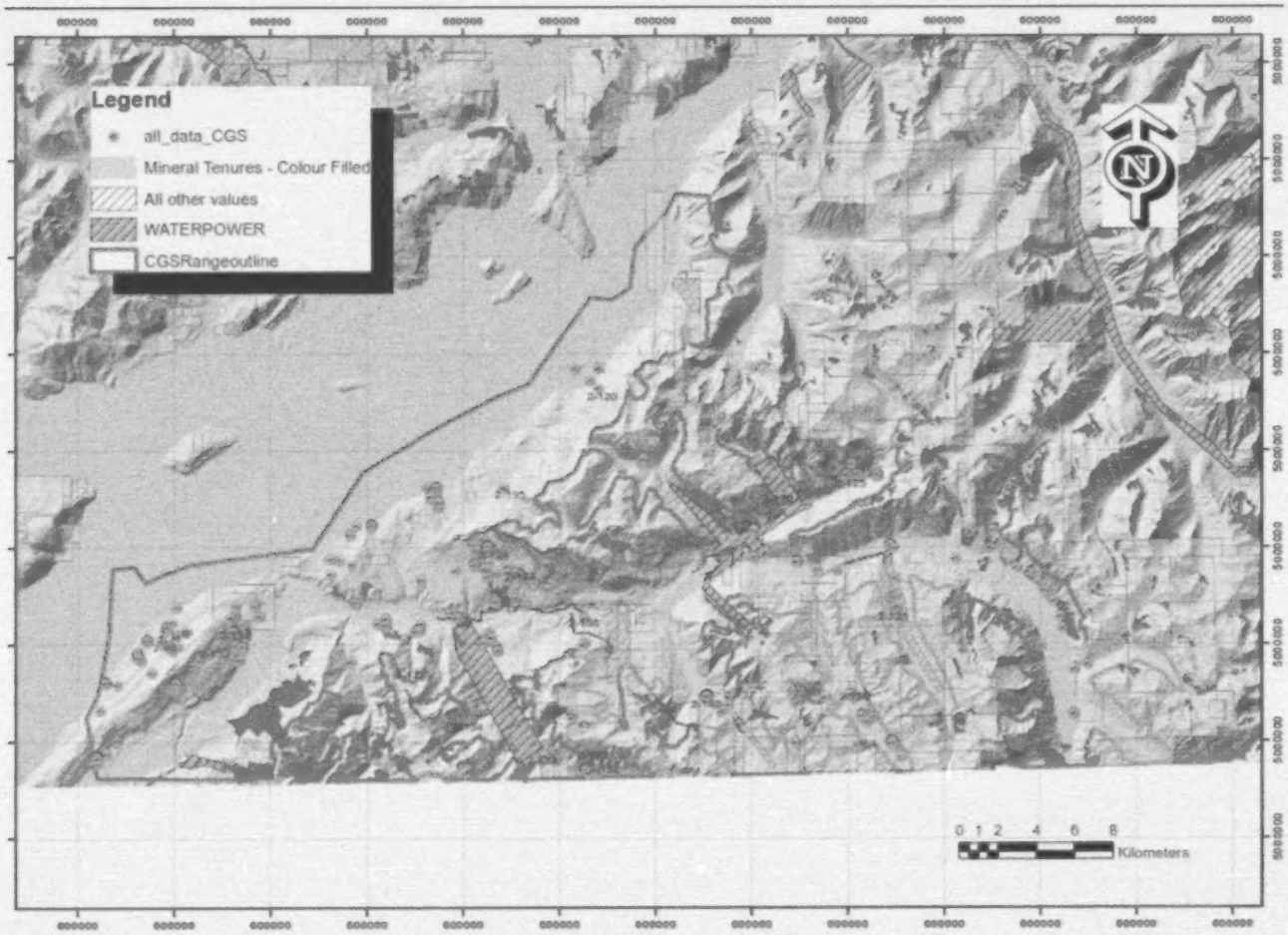



**Veuillez voir la traduction française ci-dessous :**
Map Legend = Légende de la carte
Retired Forest Cut Blocks Themed = Blocs de coupe retirés
Active Forest Cut Blocks Themed = Blocs de coupe actifs

Figure 4. Blocs de coupe retirés, en attente et actifs dans la vallée de la Chilliwack. (Source : outil de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page; page consultée en mars 2013).

On assiste à une augmentation du nombre de projets de production d'énergie dans la vallée de la Chilliwack depuis la dernière mise à jour du rapport de situation, en 2000 (projets d'installations au fil de l'eau). D'après les données obtenues dans iMapBC, 18 permis autorisent la dérivation de plans d'eau à des fins d'aménagement de centrales énergétiques dans l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique (figure 5; annexe 2), et 10 d'entre eux sont nouveaux. Sur les 18 permis, 13 entrent dans la catégorie « actif »; les autres font partie des catégories « abandonné » ou « refusé ». La quantité moyenne d'eau dérivée est de 2,3 mètres cubes par seconde ($m^3/s$; 3,38 $m^3/s$ pour les permis actifs seulement), et la longueur moyenne des conduites forcées est de 2 615 m (2 824 m pour les permis actifs seulement; la longueur des conduites forcées n'a pas été fournie pour 5 des permis actifs). De nombreux bassins versants au sud de la rivière Chilliwack abritant des populations de grandes salamandres du Nord chevauchent des zones faisant l'objet de permis relatif à un projet de production d'énergie (ruisseaux Tamihi, Nesakwatch, Slesse, Pierce et Centre). L'importance des chenaux des cours principaux sur la dynamique des populations de grandes salamandres du Nord, qui sont souvent visés par des projets d'installations au fil de l'eau, n'est pas bien comprise, mais des individus vivent dans de grands réseaux (Ptolemy, données inédites, 1984-2001). Les effets de la modification et de la réduction des régimes d'écoulement associés à la production d'énergie sur les grandes salamandres du Nord qui vivent dans les chenaux de dérivation n'ont pas été étudiés, mais ces effets font actuellement l'objet de

recherches en ce qui concerne un autre amphibien de cours d'eau, la grenouille-à-queue côtière (Malt, comm. pers., 2012). Les projets de production d'énergie qui ont des répercussions sur les cours d'eau forestiers d'altitude moyenne en raison de la construction de routes, de centrales, de lignes de transport, de pipelines et de déversoirs, et qui modifient les débits, pourraient contribuer à une importante fragmentation de l'habitat de la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack.




**Veuillez voir la traduction française ci-dessous :**
Legend = Légende
Mineral Tenures – Colour Filled = Titres minier – couleur pleine
All other values = Toutes les autres valeurs
WATERPOWER = CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE
CGSRange Outline = Délimitation de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord

Figure 5. Emplacement des projets d'aménagement d'installations de production d'énergie renouvelable et des titres miniers dans l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord (carte créée par K. Welstead, MFLNRO, 2012).

## BIOLOGIE

### Cycle vital et reproduction

Les grandes salamandres du Nord se reproduisent probablement une fois aux deux ans (Nussbaum, 1976) à l'intérieur de cours d'eau montagneux ou dans des zones adjacentes (Haycock, 1991); seulement 4 sites de nidification ont été décrits sur le terrain, et tous se trouvaient aux États-Unis (Henry et Twitty, 1940; Nussbaum, 1969; Jones *et al.*, 1990). On a estimé que les œufs trouvés dans 3 des nids décrits trouvés en Oregon avaient été pondus en mai. Le quatrième nid a été trouvé en juillet, et des larves ont été observées en septembre (Jones *et al.*, 1990). En Californie et en Oregon, la reproduction peut avoir lieu au printemps ou à l'automne (Nussbaum *et al.*, 1983). De manière similaire, la reproduction en Colombie-Britannique pourrait avoir lieu pendant toute la saison active, de mai à octobre (Haycock, 1991). Ferguson (1998) a surveillé les changements sur le plan de l'abondance des larves dans 4 cours d'eau pendant 2 ans dans la vallée de la Chilliwack. Elle a observé un afflux soudain de jeunes fraîchement éclos (longueur corporelle totale < 50 mm) dans 2 des 4 sites durant le mois d'août. Les larves de cette longueur étaient probablement âgées de 11 mois, et leur apparence en août laisse croire qu'elles étaient le fruit d'une reproduction ayant eu lieu au mois de septembre précédent (Ferguson, 1998). Comme tous les sites n'ont pas connu le même afflux de jeunes nouvellement éclos, on ignore encore si la reproduction a lieu de façon saisonnière en Colombie-Britannique.

L'âge au moment de la première reproduction est inconnu, mais il est de plus de 5 ou 6 ans, ce qui correspond à la durée de la période larvaire. On ne sait rien au sujet du rapport des sexes dans les populations de grandes salamandres du Nord. La fécondation est interne, mais indirecte, et est accomplie au moyen de spermatophores. Les femelles recueillent les spermatophores et les introduisent dans leur cloaque, puis pondent de 135 à 200 œufs dans un nid (Nussbaum *et al.*, 1983). Nussbaum *et al.* (1983) ont mentionné que la femelle demeure dans le nid jusqu'à ce que les œufs éclosent et que les jeunes abandonnent le nid. Cette période peut durer jusqu'à 200 jours.

Les grandes salamandres du Nord prennent environ 35 jours pour atteindre le stade du bouton caudal (Nussbaum, 1969), et doivent attendre encore 5 mois avant d'éclore (Henry et Twitty, 1940). Les larves nouvellement écloses demeurent enfouies dans le substrat et conservent leur sac vitellin pendant un autre 3 à 4 mois avant d'apparaître dans les cours d'eau, à une longueur totale de 45 à 51 mm (Nussbaum et Clothier, 1973). En combinant ces stades larvaires, Ferguson (1998) a supposé que les larves sont décelables pour la première fois au bout de 9 à 11 mois après la ponte. On croit que la période larvaire dure de 2 à 4 ans aux États-Unis (Duellman et Trueb, 1986), mais des données préliminaires recueillies dans 4 cours d'eau de la vallée de la Chilliwack donnent à penser que les larves pourraient prendre jusqu'à 6 ans avant d'atteindre une longueur totale de 130 mm (Ferguson, 1998), soit la longueur médiane de la fourchette de 92 à 166 mm des individus transformés suggérée par Nussbaum et Clothier (1973).

À la fin de la période larvaire, les grandes salamandres du Nord se transforment en salamandres terrestres ou demeurent dans leur habitat natal en tant que néotènes. La néoténie est d'une fréquence variable d'une population à l'autre, et semble être facultative. Les adultes peuvent atteindre une longueur totale de 350 mm, ce qui fait de cette espèce la plus grande salamandre semi-aquatique d'Amérique du Nord (Nussbaum *et al.*, 1983). La meilleure approximation de l'espérance de vie de l'espèce provient d'études portant sur des salamandres aquatiques de taille similaire, qui peuvent vivre jusqu'à 25 ans en captivité (Duellman et Trueb, 1986). La durée d'une génération est probablement de 10 à 15 ans, d'après l'âge de la maturité à > 6 ans ou plus, et la durée de vie maximale de 2 décennies ou plus. Dudaniec *et al.* (2012) ont utilisé une durée de génération « conservatrice » de 12,5 ans pour leurs études génétiques en se fondant sur une durée de vie maximale d'environ 20 ans (Nussbaum, 1976).

**Physiologie et adaptabilité**

Les grandes salamandres du Nord ont évolué dans les forêts ombrophiles tempérées de la côte nord-ouest (Welsh, 1991). L'espèce est très dépendante de l'humidité pour la respiration cutanée. Bien qu'ils possèdent des poumons, les adultes transformés reçoivent environ 66 % de leur oxygène par la peau (Clothier, 1971). Cette dépendance à l'humidité restreint leurs activités et limite les milieux qu'ils peuvent exploiter.

Les cours d'eau de la vallée de la Chilliwack reçoivent des quantités de neige modérées à élevées en hiver. Les larves sont rarement détectées dans les cours d'eau avant que la température de l'eau dépasse 5 °C (Ferguson, 1998). On croit que les larves s'enfouissent dans les crevasses du substrat des cours d'eau lorsque la température de l'eau est inférieure à 5 °C. Cette stratégie pourrait leur permettre d'éviter de geler dans les eaux de surface en hiver. Dans les cours d'eau de la vallée de la Chilliwack, les larves deviennent léthargiques et faciles à attraper aux températures > 20 °C, ce qui laisse croire que cette température est proche de la limite supérieure de tolérance thermique de l'espèce dans cette région. En observant une seule population vivant en Oregon, Bury (2008) a déterminé que le maximum thermique critique pour les larves de grande salamandre du Nord acclimatées à une température de 14 °C était de 28,9 °C à 29,3 °C. Johnston (1998) a observé que le seuil minimal de température atmosphérique pour les grandes salamandres du Nord terrestres était de 0 °C pour les déplacements.

**Déplacements et domaine vital**

Johnston (1998) a calculé la superficie du domaine vital de 20 grandes salamandres du Nord suivies par télémétrie dans la vallée de la Chilliwack en utilisant la méthode du plus petit polygone convexe et la méthode d'estimation par noyau pour estimer la superficie de leur domaine vital. La superficie moyenne du domaine vital a été estimée à 3 074 $m^2$ (de 381 à 21 600 $m^2$; médiane = 1 223 $m^2$) lorsque la méthode

du plus petit polygone convexe était utilisée, et à 5 196 $m^2$ (de 403 à 35 321 $m^2$; médiane = 3 075 $m^2$) lorsque la méthode d'estimation par noyau à 95 % était utilisée. Ces résultats ne sont pas conformes au concept classique d'un domaine vital restreint, car la superficie du domaine vital de chaque animal continue de croître à mesure que de nouvelles détections télémétriques s'ajoutent au fil du temps. Johnston (1998) a conclu que, pour la période couverte par l'étude (de 2 à 4 mois), le domaine vital des adultes était indéfini, et qu'une étude télémétrique réalisée sur une plus longue période (c.-à-d. sur quelques années) permettrait peut-être de reconnaître des domaines vitaux distincts. En comparaison, Fessler (2012) a suivi des grandes salamandres du Nord adultes durant 2 saisons actives (2 années) dans le centre de l'État de Washington, et a observé que presque tous les individus retournaient dans les mêmes zones ou refuges (centres d'activité) au cours d'une même saison, et d'une saison à l'autre. Il a déterminé que la superficie moyenne du domaine vital des animaux des 2 saisons était de 1 282 ± 547 $m^2$ (plus petit polygone convexe) (837 ± 228 $m^2$ avec la méthode d'estimation par noyau à 95 %, et 205 ± 59 $m^2$ avec la méthode d'estimation par noyau à 50 %) pour l'ensemble des activités de suivi. Il a également observé que, dans le cas des individus suivis sur de multiples saisons, la superficie du domaine vital variait d'une année à l'autre. Quatre des cinq individus qu'il a suivis ont connu une diminution substantielle de la superficie de leur domaine vital durant la deuxième année, les différences entre les années allant de 74 à 2 733 $m^2$ selon la méthode du plus petit polygone convexe (de 252 à 1 600 $m^2$ selon la méthode d'estimation par noyau à 95 %). Selon Fessler (2012), les précipitations réduites de juin à septembre 2011 ont restreint les déplacements des individus, et donc la superficie du domaine vital cette année-là. Toutefois, la quantité de précipitations en 2011 était près des normales pour cette région, ce qui laisse croire que les domaines vitaux des grandes salamandres du Nord cette année-là étaient plus près de la normale qu'en 2010, qui a été plus humide. Les résultats de ces études pourraient indiquer que les grandes salamandres du Nord terrestres pourraient ne pas avoir de domaines vitaux distincts, au sens traditionnel du terme. Toutefois, elles retournent dans certains sites de façon régulière, mais se déplacent tout de même sur des distances assez grandes.

Selon Farr (1989), les grandes salamandres du Nord passent toute leur vie dans le même cours d'eau. Cette hypothèse s'appuie sur le fait que de nombreux ruisseaux apparemment isolés abritent des populations viables. Cette affirmation a été renforcée par des études réalisées dans la vallée de la Chilliwack montrant que les larves et les adultes se déplacent sur de faibles distances. Une étude de marquage-recapture réalisée de 1996 à 1998 a révélé que 73 % des larves marquées (N > 2 500) demeuraient à l'intérieur d'un rayon de 10 m de leur site initial de capture (les déplacements annuels moyens ont été estimés à moins de 2 m du site de la première capture), et que moins de 2 % se déplaçaient sur plus de 50 m annuellement (Neill, 1998; Neill, données inédites, 2000). De manière similaire, Ferguson (1998) a observé que 90 % des larves marquées se déplaçaient sur moins de 20 m (distance cumulative) au cours d'une année, et que seulement 10 % des larves se déplaçaient sur plus de 20 m au cours de 2 étés consécutifs.

Les adultes terrestres se déplacent plus loin que les larves, mais voyagent rarement d'un cours d'eau à un autre (Johnston, 1998). Lors d'une étude de télémétrie portant sur 20 individus en Colombie-Britannique, Johnston (1998) a observé que les adultes terrestres sont principalement actifs la nuit, et que 70 % de tous leurs déplacements ont lieu au crépuscule et à l'aube. Lors de cette étude, les déplacements moyens des adultes terrestres, une fois commencés, se faisaient sur 10,2 ± 1,1 m, de manière comparable aux individus du centre de l'État de Washington (14,4 ± 1,8 m; Fessler, 2012). Toutefois, les déplacements les plus longs différaient beaucoup dans les deux études. Johnston (1998) a mentionné un déplacement maximal de 67 m en Colombie-Britannique. En revanche, Fessler (2012) a noté un déplacement maximal de 271 m dans l'État de Washington, et plus de 10 déplacements de plus de 67 m. Les adultes terrestres des 2 études se déplaçaient plus souvent et sur de plus longues distances quand il pleuvait (Johnston, 1998; Fessler, 2012).

La vitesse à laquelle les grandes salamandres du Nord peuvent recoloniser un milieu inoccupé est inconnue. Des relevés effectués dans la vallée de la Chilliwack n'ont permis de détecter des grandes salamandres du Nord que dans 22 des 59 cours d'eau apparemment propices (Richardson et Neill, 1995); l'introduction expérimentale de 53 larves dans un cours d'eau inoccupé donne à penser que certains de ces cours d'eau inoccupés pourraient soutenir des populations au stade larvaire (Neill, données inédites, 2000). Il est possible qu'un grand nombre de ces cours d'eau actuellement inoccupés aient récemment connu une disparition locale de l'espèce. Des larves de grande salamandre du Nord sont réapparues dans un cours d'eau de l'État de Washington 2 ans après une grave sécheresse (Nussbaum et Clothier, 1973). On ignore si ces animaux se sont dispersés à partir de zones proches ou s'ils ont survécu dans des refuges dans des eaux de subsurface pendant la sécheresse (Feral *et al.*, 2005).

Ferguson (1998) n'a observé aucune différence sur le plan de la fréquence ou de la longueur des déplacements des larves au début de la saison active (de mai à juin) et à la fin de la saison active (d'août à septembre). Les larves capturées lors des années subséquentes étaient fréquemment observées dans le même site (à l'intérieur d'un rayon de ± 2 m), ne fournissant aucun indice de migration saisonnière. Les études télémétriques portant sur des adultes terrestres en Colombie-Britannique et dans l'état de Washington n'ont révélé aucune différence saisonnière des déplacements vers l'amont ou vers l'aval des cours d'eau, ou s'approchant ou s'éloignant des cours d'eau (Johnston, 1998; Fessler, 2012).

**Dispersion**

Les résultats d'études réalisées dans la vallée de la Chilliwack donnent à penser que les larves et les grandes salamandres du Nord terrestres se dispersent peu. En 1996 et 1997, Ferguson (1998) a, dans le cadre d'une expérience, prélevé tous les individus dans des tronçons de 25 à 40 m de 4 cours d'eau, et a marqué les larves se trouvant dans les tronçons entourant la zone où tous les individus avaient été prélevés pour évaluer les taux de recolonisation. Un an plus tard, seulement 4 à 5 % des larves

marquées provenant des tronçons voisins avaient colonisé la zone vidée. Un site sur quatre était complètement recolonisé par des recrues issues de la reproduction (aucun individu marqué n'avait colonisé la zone), et seulement 29 à 77 % des individus prélevés avaient été remplacés, dans les 3 autres sites, par une combinaison de recrues et d'individus marqués. Dans le cas où les larves s'étaient égarées en raison de l'exploitation forestière, Ferguson (1998) a estimé que la recolonisation complète d'un tronçon de 400 m d'un cours d'eau de largeur moyenne dans une zone coupée à blanc dans la vallée de la Chilliwack prendrait de 8 à 55 ans. Les capacités limitées de déplacement et de dispersion pourraient être exacerbées par la présence de routes et de ponceaux. Sagar (2004) a observé que les larves de grande salamandre du Nord se déplaçant sur de longues distances passaient moins fréquemment par des tronçons de cours d'eau comportant des ponceaux que par des tronçons de cours d'eau ne comportant pas de ponceaux, ce qui laisse croire que les ponceaux créent un obstacle. L'auteur a aussi observé que les larves de grande salamandre du Nord utilisaient davantage l'habitat formé par les ponceaux en arche (c.-à-d. qui assurent la présence d'un substrat homogène) que par les ponceaux à tuyaux.

Il est probable que la dispersion et la reproduction des adultes soient plus efficaces que la dispersion des larves dans les cours d'eau aux fins de la colonisation. Dans le cadre de l'expérience de colonisation de Ferguson (1998), la dispersion des larves ne donnait jamais plus de 13 individus dans les zones vidées. Par contre, les adultes femelles peuvent pondre de 85 à 200 œufs (Nussbaum, 1969). On ignore le taux de survie du stade de l'œuf au stade larvaire chez la grande salamandre du Nord, mais s'il dépasse à 10 à 15 %, un seul événement reproducteur pourrait accroître la densité locale dans les zones dépeuplées de manière beaucoup plus efficace que l'immigration de larves provenant de tronçons adjacents. Bien que leurs déplacements soient difficiles à étudier directement, les grandes salamandres du Nord terrestres semblent se disperser peu. Johnston (1998) a appliqué les données sur la répartition des distances des déplacements de 20 adultes terrestres à un modèle négatif exponentiel pour prédire la probabilité qu'un animal se déplace sur diverses distances au cours d'une période de 2 mois. La distance entre les cours d'eau voisins, dans la vallée de la Chilliwack, est variable, mais elle est en moyenne d'environ 0,5 km (Johnston, obs. pers., 2000). Les résultats du modèle donnent à penser que la probabilité qu'une salamandre se déplace sur cette distance au cours d'une période de 2 mois est de 1 sur 1 000. Il s'agit sans doute d'une surestimation, car elle ne tient pas compte de la mortalité possible durant le déplacement (Johnston, 1998). De plus, cette probabilité est fondée sur des déplacements faits dans toutes les directions (plutôt que simplement de façon orthogonale par rapport au cours d'eau d'origine). Si les distances des déplacements étaient pondérées en fonction de l'angle de la trajectoire par rapport à un cours d'eau voisin, la probabilité qu'un animal se déplace vers un cours d'eau se trouvant à 0,5 km serait beaucoup plus faible. Par conséquent, même si la population d'adultes terrestres dans une zone donnée est nombreuse, un très petit nombre de déplacements sur de longues distances auront lieu au cours de quelques mois (Johnston, 1998). D'après l'analyse de tissus prélevés chez des larves, on a estimé que le flux génique entre les populations était de 1,7 à 4,5 migrants efficaces par génération, ce qui est considéré comme étant un degré modéré de flux génique entre

les sous-populations (Curtis et Taylor, 2003). Les populations, dans la vallée de la Chilliwack, présentent une plus faible diversité génétique que les populations qui vivent plus au centre de l'aire de répartition de l'espèce, en raison de facteurs historiques liés au paysage, ce qui indique qu'il y a eu récemment des effets d'étranglement dans le cas de 10 % des populations échantillonnées (Dudaniec *et al.*, 2012). La faible capacité de dispersion de l'espèce est particulièrement préoccupante dans la vallée de la Chilliwack, où l'habitat potentiel de la grande salamandre du Nord a été largement fragmenté par l'exploitation forestière au cours des 70 dernières années. Les chemins et les ponceaux forestiers ne semblent pas être un obstacle à la dispersion pour les grandes salamandres du Nord terrestres (Knopp, comm. pers., 2012). Des grandes salamandres du Nord terrestres ont été suivies dans des terrains très abrupts, notamment sur des murs rocheux et des falaises, et dans des chutes. Elles pourraient donc être capables de grimper sur des ponceaux et de les contourner (Johnston, obs. pers., 2000).

L'éruption volcanique du mont St. Helens, en 1980, a offert une occasion unique d'observer la dispersion et la recolonisation de la grande salamandre du Nord et d'autres amphibiens. Les amphibiens de cours d'eau se sont rétablis plus lentement que les espèces vivant dans des lacs ou dans des étangs 20 ans après l'éruption, ce que les auteurs attribuent aux capacités moindres de dispersion du premier groupe (Crisafulli *et al.*, 2005). Les taux de rétablissement des amphibiens de cours d'eau à l'intérieur de la zone touchée par la lave et brûlée étaient propres aux espèces, les grenouilles-à-queue côtières se rétablissant plus vite et étant présentes à de plus fortes densités que les espèces du genre *Dicamptodon*. Les auteurs ont cru que les individus vivant dans des cours d'eau et dans des milieux terrestres n'ont pas survécu à l'éruption, et que le rétablissement des espèces du genre *Dicamptodon* dans les zones exposées à la lave et brûlées a probablement eu lieu grâce à des individus néotènes présents dans des lacs protégés par une couche de glace dans les eaux d'amont de certains cours d'eau (Crisafulli *et al.*, 2005). Aucun amphibien de cours d'eau n'a été trouvé dans les zones d'avalanche de débris et de coulée pyroclastique 20 ans après l'éruption, probablement en raison de la faible capacité de dispersion de l'espèce (la population source la plus proche contenant des *Dicamptodon* terrestres adultes se trouve à 15 km de là; Crisafulli *et al.*, 2005).

**Relations intraspécifiques**

Les espèces du genre *Dicamptodon* sont considérées comme étant hautement prédatrices et cannibales, et, par conséquent, tendent à vivre de façon solitaire. Nussbaum *et al.* (1983) ont commenté le fait que des traces de morsures sont souvent observées chez les grandes salamandres du Nord. De nombreuses larves prélevées dans la région de la Chilliwack présentaient des traces de morsures sur la queue, morsures probablement infligées par des conspécifiques (Ferguson, obs. pers., 2000). Dans le centre de l'État de Washington, Fessler (2012) n'a jamais observé plus d'une grande salamandre du Nord adulte dans un même refuge. Il a avancé que le comportement territorial influe sur la répartition des individus dans une zone donnée.

### Relations interspécifiques

Les grandes salamandres du Nord peuvent représenter l'espèce vertébrée la plus abondante dans certains assemblages d'eaux d'amont (Hawkins *et al.*, 1983; Olson et Weaver, 2007), et y jouer un rôle dominant en tant qu'animaux prédateurs de niveau supérieur (Feminella et Hawkins, 1994; Parker, 1994; Rundio et Olson, 2001). Dans les sites aquatiques où vivent des poissons prédateurs, la grande salamandre du Nord est à la fois une proie et un prédateur. Les grandes salamandres du Nord jeunes de l'année sont appétissantes pour les poissons, notamment pour la truite fardée (*Oncorhynchus clarki*; Rundio *et al.*, 2003), mais elles deviennent prédatrices des poissons lorsqu'elles sont plus grosses (Parker, 1993). D'autres espèces de *Dicamptodon* vivent communément dans le même milieu que des salmonidés dans tout le nord-ouest de l'Amérique du Nord (Hawkins *et al.*, 1983; Roni, 2002; Olson et Weaver, 2007), et pourraient, dans certains cas, tirer profit de cette coexistence. Sepulveda et Lowe (2011) n'ont observé aucune différence concernant les taux de survie, de recrutement ou de croissance entre des populations de grandes salamandres vivant en amont (sans poissons) et en aval (avec poissons, notamment des salmonidés); les populations vivant dans les eaux inférieures n'ont pas semblé jouer le rôle de trappes écologiques. Leuthold *et al.* (2012) ont observé un léger effet positif de la densité des poissons (truite fardée et/ou saumon/truite arc-en-ciel [*Oncorhynhus mykiss*]) sur la densité des larves de grande salamandre du Nord (facteur de 1,01 fois pour chaque augmentation de 0,01 individu/$m^2$ de la densité des poissons), en se fondant sur 100 sites étudiés dans le sud-ouest de l'Oregon. Cette coexistence pourrait découler de plusieurs facteurs, notamment du fait que les poissons ne peuvent pas ouvrir la bouche assez grand une fois que les grandes salamandres du Nord sont de taille adulte (Parker, 1993), du relâchement de la prédation (les poissons pourraient préférer se nourrir de macroinvertébrés qui se nourrissent de larves d'amphibiens; Adams *et al.*, 2003), de la dégradation de l'habitat (Roni, 2002) ou d'adaptations comportementales. Les larves de grande salamandre du Nord modifient leur comportement lorsqu'elles sont exposées à des signaux chimiques provenant de truites fardées, passant alors plus de temps sous des objets, et limitant ainsi les risques de rencontrer un poisson (Rundio *et al.*, 2003).

## TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

### Activités et méthodes d'échantillonnage

La majorité des études sur la grande salamandre du Nord réalisées au Canada sont faites par relevés visuels dans des milieux aquatiques et terrestres (RISC, 2000). Dans les fosses, les cascades et les radiers, les roches sont retournées pour trouver des larves et des adultes néotènes. Des épuisettes tenues en aval des roches retournées permettent de capturer les salamandres aquatiques, là où le courant facilite leur dérive vers l'aval. L'effort est consigné en minutes-personne de recherche; une recherche d'environ 120 minutes-personne est considérée comme étant la norme pour un tronçon de cours d'eau donné. Plus récemment, la technique a été modifiée pour

une méthode de « toucher léger » afin d'éviter de perturber l'habitat ou de tuer des individus par inadvertance. Les observateurs recherchent visuellement le microhabitat approprié pour maximiser la probabilité de détecter des larves et des adultes, et utilisent des bâtons pour fouiller et tâter doucement les crevasses et les renfoncements dans les cours d'eau et le long des rives. Cette technique fait sortir efficacement les larves et les adultes cachés. Suivant cette méthode, les observateurs ne déplacent pas de roches ou de débris. En plus des relevés ciblés, des observations fortuites de grandes salamandres du Nord ont aussi été faites par des pêcheurs et dans le cadre de relevés visant des poissons utilisant des engins de pêche électrique ou des pièges à ménés appâtés.

En comparaison d'autres espèces d'amphibiens, un nombre relativement élevé d'études détaillées ont été réalisées sur la grande salamandre du Nord dans la vallée de la Chilliwack au cours des 15 dernières années. Les résultats indiquent une forte variabilité sur le plan de l'abondance relative des salamandres d'un site à l'autre. L'un des relevés les plus étendus et les plus récents a permis de capturer de 0,09 à 4,20 individus/heure dans 48 cours d'eau un peu partout dans l'aire de répartition canadienne de l'espèce (Dudaniec *et al.*, 2012). D'autres relevés réalisés dans la vallée de la Chilliwack ont permis d'observer de 0 à 0,127 individu/mètre (9 tronçons; BCIT, données inédites, 2011), et 0,03 individu/mètre ou 1,4 individu/heure (2 cours principaux et 20 affluents; Lynch et Hobbs, 2012). Une densité de 0,16 à 0,49 larve/$m^2$ a été estimée pour 8 cours d'eau étudiés en 1998 (Curtis et Taylor, 2003). À l'aide de la méthode de marquage-recapture, Ferguson (1998) a établi que l'abondance des larves était de 69 à 174 larves/120 $m^2$ de cours d'eau étudié (total de 734 captures dans 4 cours d'eau). Dans la rivière Chilliwack, 0,25 individu/mètre a été détecté à l'aide d'engins de pêche électrique dans 16 sites (Ptolemy, données inédites, 1984-2001). Dans le cadre de relevés portant sur les adultes terrestres, Johnston (1998) a observé 7,4 individus terrestres dans des zones coupées à blanc, et 13 individus dans des zones de forêt ancienne par 100 heures de recherche.

**Abondance**

Aucun recensement de la population de grandes salamandres du Nord n'a été réalisé dans la vallée de la Chilliwack. Les résultats de relevés indiquent une densité de grandes salamandres du Nord plus faible que celle mentionnée dans d'autres emplacements de l'aire de répartition de l'espèce (Ferguson, 1998). Cette suggestion est appuyée par des études génétiques récentes qui ont permis d'estimer que la taille effective actuelle de la population de grandes salamandres du Nord en Colombie-Britannique est de 33 % plus petite que près du cœur de l'aire de répartition de l'espèce, dans l'État de Washington (Dudaniec *et al.*, 2012). La taille effective de la population est un indice de la diversité génétique parmi les individus reproducteurs, et ne peut pas être directement associée à la taille de la population totale en raison de divers facteurs, comme la fluctuation de la taille de la population, le rapport des sexes des individus reproducteurs et la dispersion spatiale de la population (Dudaniec *et al.*, 2012). La mise à jour précédente du COSEPAC concernant la grande salamandre du Nord (Ferguson et Johnston, 2000) a permis d'estimer que la

population canadienne comptait environ 13 400 adultes terrestres et 9 000 adultes aquatiques néotènes; aucune autre estimation n'a été faite depuis.

**Fluctuations et tendances**

Aucune nouvelle donnée, d'après les études de marquage-recapture ou les études démographiques, n'est disponible sur la taille et les tendances de la population depuis le dernier rapport (Ferguson et Johnston, 2000). La quantité de données issues de relevées a augmenté, mais les activités de recherche ont mis l'accent sur la détection de la présence de l'espèce plutôt que sur l'estimation de paramètres ou de tendances de la population (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). Selon des études génétiques récentes, la population de grandes salamandres du Nord semble « stable » en Colombie-Britannique, ce qui est attribuable à une petite population d'origine dont la variabilité génétique était réduite et dont les possibilités d'expansion de l'aire de répartition étaient limitées; environ 10 % des sites montrent des signes historiques d'effets d'étranglement (Dudaniec *et al.*, 2012).

Un échantillonnage répété dans la vallée de la Chilliwack a permis de confirmer l'occurrence continue de l'espèce dans la majorité des OÉ définies dans la base de données du CDC de la Colombie-Britannique. Une OÉ est une zone terrestre et/ou aquatique dans laquelle une espèce ou une communauté est ou a déjà été présente, qui présente un intérêt pratique du point de vue de la conservation de l'espèce, et correspond souvent à une population locale ou à une portion d'une population (CDC de la Colombie-Britannique). Parmi les 26 OÉ de la base de données, 18 ont permis d'observer des salamandres une année ou plus depuis le dernier rapport de situation de 2000 (tableau 1). Deux OÉ de la base de données (n$^{os}$ 10 et 15), où des larves ont été observées avant 2000, n'ont pas permis d'observer des individus lors du dernier échantillonnage, en 2006. Des grandes salamandres du Nord ont été observées dans 56 % des cours d'eau qu'elles occupaient en 2006 (N = 18 cours d'eau explorés; données inédites recueillies par le B.C. Conservation Corps; fichiers de données du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique [B.C. Ministry of Environment]). Deux nouvelles OÉ ont été ajoutées à la base de données depuis la dernière mise à jour (après 2000). Quatre nouveaux ensembles de données, qui n'étaient pas encore intégrés à la base de données provinciale en 2012, sont inclus dans le présent rapport, ce qui donne neuf « nouveaux » cours d'eau ou affluents dans lesquels des grandes salamandres du Nord ont été observées (p. ex. ruisseau Pierce).

D'après les exigences en matière d'habitat propres à l'espèce, la fragmentation de l'habitat et les menaces continues, on présume que la tendance au déclin de la population pourrait être de plus de 30 %, à moins que les menaces soient adéquatement atténuées. La grande salamandre du Nord est principalement présente à l'intérieur et autour de cours d'eau d'altitude moyenne, dans des milieux forestiers, mais elle est absente ou n'est qu'occasionnellement présente dans les cours principaux de faible débit se trouvant à basse altitude et dans les portions des cours d'eau se trouvant en haute altitude. Par conséquent, même si des zones forestières tampons sont laissées en bordure des cours d'eau là où le terrain a fait l'objet d'une

déforestation, la dispersion terrestre devrait être extrêmement limitée, accentuant ainsi l'isolement d'un cours d'eau à l'autre, et la fragmentation de l'habitat. Le Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique a évalué la viabilité de chaque OÉ dans sa base de données en se fondant sur les menaces, les conditions de l'habitat et l'historique d'occupation (tableau 1). Sur les 26 OÉ de la base de données, 38,4 % comprennent des sites présentant une viabilité « excellente ou bonne » (y compris les OÉ classées comme présentant une viabilité « bonne à passable »). Quatre d'entre elles (15,5 %) ont été classées comme étant historiques ou en tant qu'OÉ dont la persistance ne pouvait pas être confirmée. Dix des OÉ (38,5 %) n'ont pas pu être classifiées en raison de la rareté des observations, et ont simplement été consignées comme étant existantes, en se fondant sur la détection de 1 salamandre ou plus depuis 1990. Si on examine ces données d'une autre façon, 10 OÉ englobaient des sites présentant une viabilité excellente ou bonne (classement A ou B), 10 englobaient des sites présentant une viabilité passable ou faible, ou qui n'avaient pas révélé la présence d'individus lors des nouveaux relevés (classement C, D, ou F), et 12 étaient soit historiques, soit avaient été classés comme étant existantes en raison d'un manque de données (classement H ou E). En s'appuyant sur le principe de prudence, les OÉ des 2 dernières catégories ne peuvent pas être considérées comme étant sécuritaires compte tenu des menaces attribuables à l'exploitation forestière et à d'autres sources qui pèsent sur l'espèce.

**Fragmentation de l'habitat et des populations**

Les populations canadiennes de grandes salamandres du Nord sont présentes dans un paysage qui a été largement modifié par l'exploitation et l'aménagement des forêts. Environ 9 % du paysage a été aménagé (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010), en grande partie dans les portions ouest de l'aire de répartition de l'espèce. La majeure partie des quelque 6 300 ha de forêt de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord, qui était âgée de 120 ans en 2003, se trouvait à haute altitude et a été jugée non propice ou de piètre qualité pour l'espèce (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). Les plus grandes zones forestières adultes à vielles qui subsistent se trouvent dans la portion supérieure des bassins versants des ruisseaux Liumchen et Post, et le long des versants de la vallée de la Chilliwack qui font face à l'est. Aucune grande salamandre du Nord n'a été observée dans les portions supérieures des bassins versants des ruisseaux Liumchen ou Post, malgré des relevés ciblés menés dans le ruisseau Post. Un seul ruisseau, du côté ouest du lac Chilliwack, n'a permis de confirmer la présence de la grande salamandre du Nord. En se fondant sur des révolutions forestières projetées de 80 ans, la majeure partie des forêts mûres de seconde venue dans la vallée devrait subir une deuxième coupe dès 2013 (Ferguson et Johnston 2000; George, comm. pers., 2013). Tous ces facteurs contribuent à la fragmentation de l'habitat et accroissent l'isolement des sous-populations.

D'après ce que nous savons sur les capacités de déplacement et de dispersion de l'espèce, en particulier dans les peuplements récemment récoltés (Ferguson et Johnston, 2000; Curtis et Taylor, 2003), la majorité des sous-populations du Canada

ont probablement été isolées les unes des autres dans une certaine mesure au cours de leur histoire récente. Des études génétiques réalisées par Dudaniec *et al.* (2012) ont révélé une importante variabilité de la composition génétique des populations de grandes salamandres du Nord d'un cours d'eau à l'autre, mais indiquent que cette variabilité est liée à des facteurs historiques et topographiques plutôt qu'aux modifications récentes du paysage, notamment attribuables à l'exploitation forestière. On ignore à quel moment de la révolution forestière, et dans quelles conditions additionnelles relatives à l'habitat, au climat ou aux conditions topographiques, le cas échéant, les peuplements deviennent perméables à la dispersion des grandes salamandres du Nord, les versants plus frais faisant face à l'est ou au nord pourraient faciliter la dispersion, alors que les versants plus chauds faisant face au sud pourraient être imperméables aux déplacements des salamandres. Curtis et Taylor (2003) ont rapporté une plus faible diversité génétique et une plus faible hétérozygotie chez les populations vivant dans des zones coupées à blanc (2 à 3 ans après la récolte) dans la vallée de la Chilliwack, en comparaison avec les populations vivant dans des sites présentant des peuplements de seconde venue (30 à 60 ans après la récolte) ou vivant dans des forêts anciennes (> 250 ans), mais les différences étaient moins prononcées entre les populations vivant dans les deux derniers types de forêts. Ces résultats donnent à penser qu'il se produit une certaine récupération génétique par l'immigration des populations voisines se produisant à mesure que le peuplement vieillit, possiblement à partir de 30 ans après la récolte. Bien que des larves persistent et, dans certains cas, se portent bien dans les cours d'eau se trouvant dans des peuplements récemment récoltés (en raison de la productivité accrue du cours d'eau), l'abondance des grandes salamandres terrestres est relativement faible dans les blocs de coupe par rapport à celle observée dans les forêts mûres ou anciennes. Ces petites populations sont probablement exposées à de plus grands risques de disparaître localement en raison de phénomènes stochastiques, en particulier en Colombie-Britannique, où la densité (Ferguson et Johnston, 2000) et la diversité génétique sont relativement faibles (Dudaniec *et al.*, 2012). On manque grandement de données sur la taille et la viabilité des populations de grandes salamandres du Nord dans différents réseaux de cours d'eau en Colombie-Britannique (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010).

En considérant la fragmentation de l'habitat, les menaces et les capacités limitées de déplacement des salamandres dans les milieux de terrain plus élevé et d'un réseau de cours d'eau à l'autre, il est possible qu'une grande proportion de la population se trouve dans des fragments d'habitat qui ne supportent pas de sous-populations viables. Toutefois, il est très difficile de quantifier l'ampleur de la fragmentation de l'habitat pour une population vivant dans un paysage dynamique aménagé pour l'exploitation forestière, et vu le manque de relevés systématiques.

**Immigration de source externe**

Une immigration de source externe est possible, mais peu probable en ce qui concerne la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique. Vu la capacité de dispersion limitée des larves et des adultes, il est peu probable qu'une dispersion depuis des populations vivant aux États-Unis soit fréquente, ou même qu'elle se produise. Dans le nord-ouest de l'État de Washington, la grande salamandre du Nord est présente dans les bassins versants des fleuves Nooksack et Skagit (McAllister, 1995; Washington Herp Atlas, 2005). L'emplacement le plus près de la population de la vallée de la Chilliwack où une observation a été faite se trouve dans le bassin versant du bras nord du fleuve Nooksack, à environ 10 km au sud de la frontière canado-américaine. Cinq grandes salamandres du Nord ont été capturées dans les chutes Nooksack, dans le bras nord du fleuve Nooksack en août 2003 (Saltzer, comm. pers., 2014). Des cours d'eau qui s'étendent depuis le Canada jusqu'aux États-Unis se trouvent à 1 à 2 km d'eaux d'amont de cours d'eau occupés dans les bassins versants des fleuves Nooksack et Skagit, dans l'État de Washington, mais les cols alpins qui les séparent, en haute altitude, pourraient représenter un obstacle aux déplacements. Des salamandres pourraient accéder à un affluent d'amont du ruisseau Tamihi par le bassin versant du fleuve Nooksack, à condition qu'elles soient capables de franchir un passage forestier étroit entre les deux bassins versants. L'établissement des humains et l'activité agricole dans la vallée du fleuve Columbia et le long de la rivière Sumas représentent probablement des obstacles à la dispersion des salamandres au Canada, le long des voies de dispersion les plus à l'ouest (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). Aucun registre sur la répartition n'existe pour les portions amont de la rivière Chilliwack ou pour ses affluents se trouvant immédiatement au sud de la frontière canadienne, mais cette zone est isolée, et la portée des relevés est inconnue.

Cette hypothèse voulant qu'il n'existe que peu ou pas de possibilité de connectivité ou d'immigration de source externe depuis des populations de l'État de Washington a été corroborée par les résultats d'études génétiques réalisées par Dudaniec *et al.* (2012). Leurs données indiquent que les grandes salamandres du Nord, en Colombie-Britannique, présentent une moins grande diversité génétique que celles qui vivent dans l'État de Washington, une condition ayant émergé après la période glaciaire et avant l'établissement de l'humain, ce qui donne à penser que les populations sont isolées depuis longtemps.

## MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Les rédacteurs du rapport ont appliqué le calculateur des menaces de l'UICN (Master *et al.*, 2009) pour la grande salamandre du Nord le 27 juin 2012 (tableau 4; la version complète avec notes est accessible sur demande auprès du Secrétariat du COSEPAC). On a estimé que les effets les plus importants étaient attribuables à l'utilisation des ressources biologiques (exploitation forestière et récolte du bois; impact moyen) et à la pollution (effluents agricoles et forestiers; impact moyen à faible). Les autres menaces considérées comme ayant un impact faible sont les suivantes : développement résidentiel et commercial, production d'énergie et exploitation minière, corridors de transport et de service, intrusions et perturbations humaines, espèces et gènes envahissants ou problématiques, changements climatiques et phénomènes météorologiques violents. Les menaces les plus importantes sont abordées ci-dessous, en ordre décroissant.

**Tableau 3. Statut de conservation (NatureServe, 2013; B.C. Conservation Data Centre, 2013; B.C. Conservation Framework, 2013; site Web Espèces sauvages, la situation générale des espèces au Canada, http://www.wildspecies.ca/home.cfm?lang=f).**

| Classement à l'échelle mondiale | Classement à l'échelle nationale | Cote de conservation générale au Canada | Classement à l'échelle infranationale | COSEPAC | Catégorie de la Liste rouge de l'UICN | Cadre de conservation (*Conservation Framework*) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5* – Non en péril (2001)<br>Justification : Espèce commune dans de nombreux régions et encore bien répartie dans l'ensemble de son aire de répartition historique, depuis le sud-ouest de la Colombie-Britannique jusqu'au nord-ouest de la Californie. | Canada – N2 (1998)<br>États-Unis – N5 | Canada = 1 – Espèce en péril<br>C.-B. = 1 – Espèce en péril | Colombie-Britannique (S2), Californie (SNR), Oregon (S4), Washington (S5) | Espèce menacée (2000) | Préoccupation mineure | Cote de priorité la plus élevée (*Highest Priority*) : 1**<br>But 1 : 5<br>But 2 : 6<br>But 3 : 1*** |

*Classement : 1 – gravement en péril; 2 – en péril; 3 – vulnérable à la disparition ou à l'extinction; 4 – apparemment non en péril; 5 – non en péril; H – possiblement disparue; SNR – non classée; SNA – non classable

** 1 est la cote la plus élevée sur une échelle de 6.

*** Les trois buts fixés dans le cadre de conservation de la Colombie-Britannique sont les suivants : 1. participer aux programmes mondiaux de conservation des espèces et des écosystèmes; 2. empêcher que les espèces et les écosystèmes deviennent en péril; 3. maintenir la diversité des espèces et des écosystèmes indigènes.

**Tableau 4. Sommaire de l'évaluation réalisée au moyen du calculateur des menaces de l'UICN pour la grande salamandre du Nord (résultats complets avec notes accessibles sur demande auprès du Secrétariat du COSEPAC).**

Les catégories de menaces qui ne s'appliquent pas ont été exclues (ce qui explique pourquoi certains numéros ne se suivent pas). Évaluation faite par téléconférence le 27 juin 2012.

| Impact des menaces | | Maximum de la plage d'intensité | Minimum de la plage d'intensité |
|---|---|---|---|
| A | Très élevé | 0 | 0 |
| B | Élevé | 0 | 0 |
| C | Moyen | 2 | 1 |
| D | Faible | 6 | 7 |
| **Impact global des menaces calculé :** | | Élevé | Élevé |

| Menace | | Impact (calculé) | | Portée (10 prochaines années) | Gravité (10 prochaines années ou 3 prochaines générations) | Immédiateté |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Développement résidentiel et commercial | D | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 1.1 | Habitations et zones urbaines | D | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 1.2 | Zones commerciales et industrielles | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 1.3 | Tourisme et espaces récréatifs | D | Faible | Petite (1-10 %) | Modérée – légère (1-30 %) | Élevée (constante) |
| 2 | Agriculture et aquaculture | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 2.1 | Cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 2.3 | Élevage et élevage à grande échelle | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Modérée (11-30 %) | Élevée (constante) |
| 3 | Production d'énergie et exploitation minière | D | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 3.2 | Exploitation de mines et de carrières | D | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 4 | Corridors de transport et de service | D | Faible | Grande (31-70 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 4.1 | Routes et voies ferrées | D | Faible | Grande (31-70 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 4.2 | Lignes de services publics | D | Faible | Petite (1-10 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 5 | Utilisation des ressources biologiques | C | Moyen | Grande (31-70 %) | Modérée (11-30 %) | Élevée (constante) |
| 5.1 | Chasse et prélèvements d'animaux terrestres | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Extrême (71-100 %) | Élevée (constante) |
| 5.3 | Exploitation forestière et récolte du bois | C | Moyen | Grande (31-70 %) | Modérée (11-30 %) | Élevée (constante) |
| 5.4 | Pêche et récolte de ressources aquatiques | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 6 | Intrusions et perturbations humaines | D | Faible | Petite (1-10 %) | Modérée (11-30 %) | Élevée (constante) |

| Menace | | Impact (calculé) | | Portée (10 prochaines années) | Gravité (10 prochaines années ou 3 prochaines générations) | Immédiateté |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.1 | Activités récréatives | D | Faible | Petite (1-10 %) | Modérée (11-30 %) | Élevée (constante) |
| 7 | Modification du système naturel | | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême – modérée (11 100 %) | Élevée (constante) |
| 7.1 | Incendies et lutte contre les incendies | | Négligeable | Négligeable (< 1 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 7.2 | Barrages, gestion et utilisation de l'eau | | Faible | Petite (1-10 %) | Extrême – modérée (11-100 %) | Élevée (constante) |
| 8 | Espèces et gènes envahissants ou problématiques | D | Faible | Petite (1-10 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 8.1 | Espèces exotiques/non indigènes envahissantes | D | Faible | Petite (1-10 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 9 | Pollution | CD | Moyen – faible | Grande (31-70 %) | Modérée – légère (1-30 %) | Élevée (constante) |
| 9.1 | Eaux usées domestiques et urbaines | D | Faible | Petite (1-10 %) | Modérée – légère (1-30 %) | Élevée (constante) |
| 9.2 | Effluents industriels et militaires | | | | | |
| 9.3 | Effluents agricoles et forestiers | CD | Moyen – faible | Grande (31-70 %) | Modérée – légère (1-30 %) | Élevée (constante) |
| 11 | Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents | D | Faible | Généralisée (71-100 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 11.1 | Déplacement et altération de l'habitat | D | Faible | Généralisée (71-100 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 11.2 | Sécheresses | D | Faible | Généralisée (71-100 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 11.3 | Températures extrêmes | D | Faible | Généralisée (71-100 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |
| 11.4 | Tempêtes et inondations | D | Faible | Généralisée (71-100 %) | Légère (1-10 %) | Élevée (constante) |

### Exploitation forestière et récolte du bois

L'exploitation forestière a lieu dans l'ensemble de la vallée de la Chilliwack, et est donc la menace ayant la plus grande portée parmi toutes les menaces qui pèsent sur les populations de grandes salamandres du Nord. Toutefois, l'exploitation forestière n'entraîne pas nécessairement une perte d'habitat ou une fragmentation de l'habitat permanente, en comparaison avec d'autres menaces. L'élimination du couvert forestier entraîne des changements microclimatiques (Chen *et al.*, 1993, 1995; Brosofske *et al.*, 1997). Bien que ces changements puissent entraîner une hausse de la productivité dans les ruisseaux, ils accroissent également le stress physiologique chez les grandes salamandres du Nord terrestres. L'exploitation forestière et la construction de routes qui y est associée dégradent les milieux lotiques en accroissant la sédimentation et en entraînant une hausse de la température de l'eau des cours d'eau en été (Newbold *et al.*, 1980; Beschta *et al.*, 1987; Hartman et Scrivener, 1990).

Des études portant sur l'évaluation des effets de l'exploitation forestière sur les stades aquatiques de l'espèce ont donné des résultats partagés (voir **Besoins en matière d'habitat**). Les études réalisées dans la vallée de la Chilliwack ont révélé une abondance relative et un taux de croissance plus élevés chez les larves vivant dans des cours d'eau se trouvant dans une zone coupée à blanc ou dans un peuplement de seconde venue que chez celles vivant dans des cours d'eau se trouvant dans des forêts mûres et anciennes (Pollock *et al.*, 1990; Ferguson, 1998; Richardson et Neill, 1998; Hatziontoniou, 1999; Neill, données inédites, 2000). Des études menées en Colombie-Britannique ont aussi révélé une diversité génétique réduite chez les grandes salamandres du Nord vivant dans des zones coupées à blanc (Curtis et Taylor 2003), une dispersion restreinte des individus des cours d'eau se trouvant dans des zones coupées à blanc (Richardson et Neill, 1998; Johnston et Frid, données inédites, 2000), et une abondance relative élevée dans les cours d'eau se trouvant dans des peuplements mûrs en haute altitude (Dudaniec et Richardson, 2012). Les emplacements situés en haute altitude présentent une abondance relative de larves élevée, mais une diversité génétique réduite d'une population de grandes salamandres du Nord à l'autre, ce qui donne à penser qu'une plus grande quantité de ressources y est disponible, mais qu'on y trouve une faible densité d'adultes reproducteurs (flux génique réduit; Curtis et Taylor, 2003; Dudaniec et Richardson, 2012). Les effets de l'âge des peuplements sur l'abondance des grandes salamandres du Nord terrestres sont peu connus, car il est difficile de détecter des salamandres dans les milieux terrestres, ce qui fait en sorte que la taille des échantillons est petite (Kelsey, 1995; Vesely, 1996). D'après le nombre de captures par unité d'effort lors de relevés nocturnes menés dans l'état de Washington, Johnston (1998) a observé que les grandes salamandres du Nord étaient moins abondantes dans les milieux coupés à blanc que dans les forêts anciennes. Il est probable que les stades vitaux de la grande salamandre du Nord répondent différemment à l'exploitation forestière, les stades aquatiques tirant profit de la productivité accrue dans les cours d'eau, et les stades terrestres souffrant des effets négatifs de la perte d'habitat et de microclimats humides, du moins à court terme. La durée, la portée et les effets nets généraux de l'exploitation forestière sur les populations de grandes salamandres du Nord sont encore peu compris, mais les effets les plus importants touchent probablement la dispersion des adultes terrestres. Les coupes à blanc limitent probablement la connectivité entre les populations, et réduisent le potentiel de recolonisation là où les populations ont connu un déclin ou se sont égarées (p. ex. durant la récolte ou lors d'éboulement de débris).

**Pollution**

Les routes et les chemins peuvent être une source de pollution en raison de la sédimentation et de l'utilisation de substances chimiques. Les sédiments peuvent aussi pénétrer dans le réseau par des ruptures de versants découlant des activités d'exploitation forestière, des activités de coupe à blanc en amont, ou des projets d'aménagement, notamment des projets de centrales énergétiques au fil de l'eau. De nombreuses études réalisées aux États-Unis ont révélé que la sédimentation des cours d'eau nuit aux grandes salamandres du Nord (Hall *et al.*, 1978; Hawkins *et al.*, 1983;

Corn et Bury, 1989; Welsh et Ollivier, 1998; Ashton *et al.*, 2006). Les sédiments fins remplissent les espaces interstitiels entre les roches avec le substrat du cours d'eau, et réduisent la quantité de refuges essentiels pour les larves de salamandre (ou les éliminent). Dans la vallée de la Chilliwack, des résultats préliminaires issus de données prélevées par des étudiants du BCIT laissent croire que l'exploitation forestière peut entraîner la sédimentation de tronçons de cours d'eau occupés par des grandes salamandres du Nord, même là où des bandes riveraines boisées de 30 à 50 m ont été laissées, dans les zones d'habitat faunique de l'espèce (Welstead, comm. pers., 2013). Selon des données anecdotiques, peu de salamandres ont été observées dans les cours d'eau et les fosses contenant beaucoup de limon dans la région de la Chilliwack (Knopp, comm. pers., 2012).

Les routes sont également une source d'apports en substances chimiques dans les cours d'eau. Par exemple, les substances chimiques utilisées pour réduire la quantité de poussière de route et pour déglacer les routes pourraient nuire aux grandes salamandres du Nord. Les effets de l'utilisation de produits chimiques dépendent en tout temps de la dilution de ces derniers dans le réseau, par exemple par la pluie, et de la portée de leur utilisation.

Les herbicides utilisés dans les zones d'aménagement résidentiel, dans les zones commerciales et dans le cadre de pratiques forestières pourraient représenter une menace pour les grandes salamandres du Nord. Quatre-vingt-dix pour cent des herbicides utilisés dans la vallée de la Chilliwack est du glyphosate (Vision®). Du triclopyr-acide (Release®) et du 2,4-D sont aussi utilisés de façon limitée pour limiter la croissance des érables et des aulnes (Stad, comm. pers., 2000). La plupart des années, ces traitements chimiques représentent moins de 1 % des activités totales de préparation des sites en Colombie-Britannique, et leur utilisation est bien moindre dans le sud que dans le nord de la province (Govindarajulu, 2008). On connaît peu les effets des herbicides sur les salamandres qui vivent dans les cours d'eau. Des études réalisées sur des anoures ont révélé des malformations et des mortalités associées à l'exposition à des herbicides (voir par exemple Dial et Bauer, 1984; Ouellet *et al.*, 1997). La valeur de la $CL_{10}$ (dose estimée à laquelle 10 % des mortalités se produisent) pour des amphibiens exposés à du Vision® s'est révélée être égale ou inférieure à la concentration attendue dans l'environnement pour cet herbicide (Govindarajulu, 2008). En 2004, Howe *et al.* (2004) ont conclu que la toxicité des pesticides à base de glyphosate était due à la présence de surfactant dans les préparations, plutôt qu'aux ingrédients actifs herbicides. On a découvert que les préparations qui ne contiennent pas de surfactant nuisible sont moins toxiques pour les amphibiens (Govindarajulu, 2008).

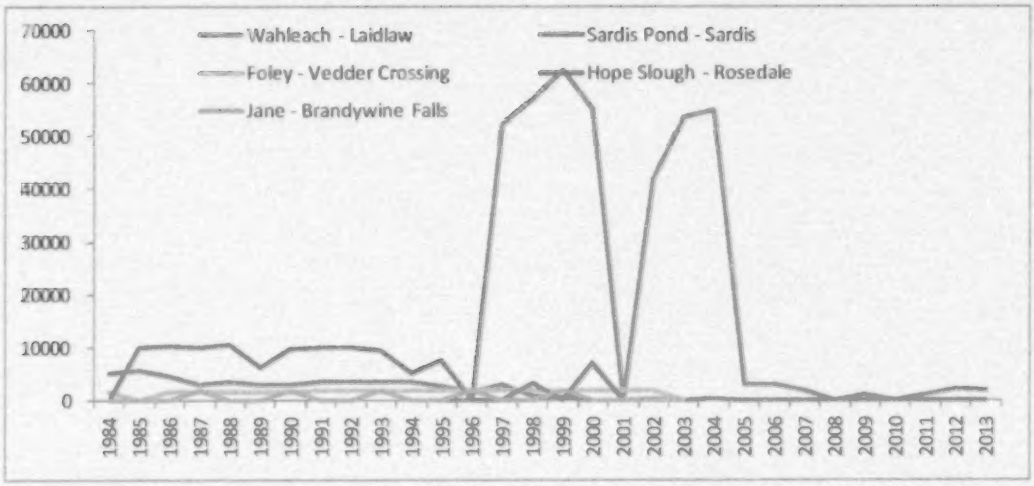
**Développement résidentiel et commercial**

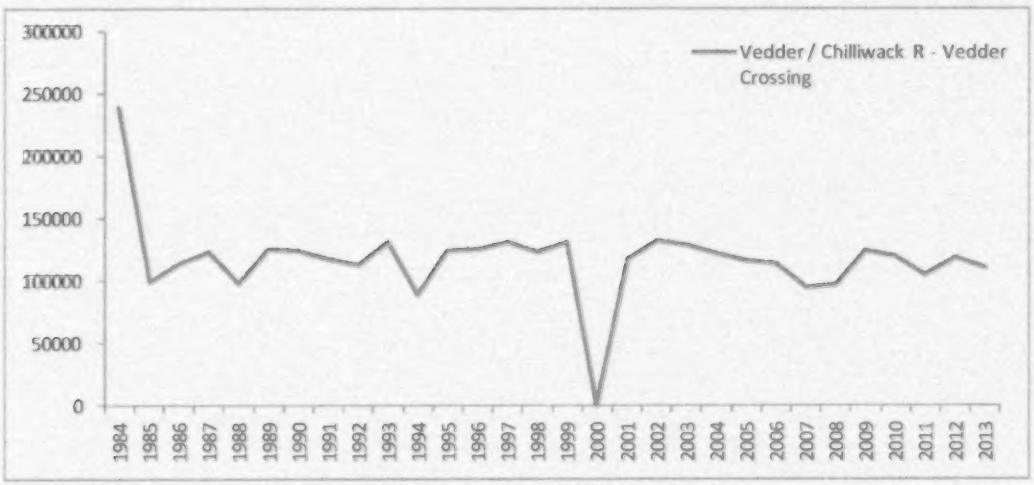
Le développement résidentiel et commercial a une portée relativement petite, mais sa gravité est considérée comme étant extrême, car ses effets entraînent une perte d'habitat et une fragmentation de l'habitat permanentes. La portée des zones résidentielles urbaines et des zones commerciales et industrielles se limite en grande

partie à la ville de Chilliwack, qui englobe environ de 10 à 15 % de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord. L'aménagement résidentiel est continu (voir **Tendances en matière d'habitat**). Les développements ont lieu dans des zones productives en basse altitude, et leurs effets sur l'habitat de la salamandre sont donc plus importants que ce qu'indique la proportion de l'aire de répartition qui est touchée.

**Espèces exotiques/non indigènes envahissantes**

Dans la vallée de la Chilliwack, la menace que représentent les espèces non indigènes pour la grande salamandre du Nord provient de l'introduction d'espèces de poissons visées par la pêche récréative dans des voies navigables qui sont depuis longtemps exemptes de gros poissons prédateurs. Bien que la grande salamandre du Nord puisse cohabiter avec des poissons, comme l'indique la présence de salamandres néotènes dans des lacs de grande taille et leur capture occasionnelle dans les cours principaux de rivières, les salamandres pourraient ne pas être en mesure de se reproduire avec succès dans ces conditions. La prédation des petites larves par les salmonidés (p. ex. truite fardée; Rundio *et al.*, 2003) est préoccupante, là ou des poissons et des salamandres cohabitent, et la prédation pourrait limiter la dispersion des salamandres dans les sous-bassin reliés par d'importants cours d'eau ou lacs. On ensemence régulièrement le bassin versant de la Chilliwack à l'aide de salmonidés. Depuis 1984, plus de quatre millions de truites ont été relâchées à proximité ou à l'intérieur de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique (GoFishBC, 2013; figure 6). Certains salmonidés ont la capacité de se disperser largement depuis les points d'ensemencement, et de persister dans des cours d'eau de montagne occupés par des salamandres. Les rapports d'ensemencement de GOFishBC ne contiennent que des registres concernant des truites, et beaucoup plus de saumons (espèces du genre *Oncorhynchus*) que ce que les données indiquent ont été relâchés dans le bassin versant de la Chilliwack. Par exemple, un total de 4,9 millions de saumons quinnats (*O. tshawytscha*), cohos (*O. kisutch*) et kétas (*O. keta*) juvéniles ont a été relâché en 2005 (http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sep-pmvs/projects-projets/chilliwack/chilliwack-fra.html). Une partie de l'habitat hors chenal le long de la rivière Chilliwack a été modifié pour faciliter l'accès des poissons et accroître la zone mouillée pour en faire bénéficier les saumons cohos.




**Veuillez voir la traduction française ci-dessous :**
Wahleach – Laidlaw = Wahleach-Laidlaw
Foley – Vedder Crossing = Foley-Vedder Crossing
Jane – Brandywine Falls = Jane-chute Brandywine
Sardis Pond – Sardis = Étang Sardis-Sardis
Hope Slough – Rosedale = Lac Hope Slough-Rosedale
Vedder/Chilliwack R – Vedder Crossing = Vedder/Chilliwack-Vedder Crossing

Figure 6. Emplacements et nombre de truites relâchées dans des sites de trouvant à l'intérieur et à proximité de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord au Canada de 1984 à 2013. Les données sur les saumons relâchés (espèces du genre *Oncorhynchus*) ne sont pas incluses. Source : GoFishBC.

On en sait peu sur la vulnérabilité de grandes salamandres du Nord aux maladies épidémiques. Hossack *et al.* (2010) ont échantillonné 304 salamandres de cours d'eau dans 5 zones montagneuses des États-Unis pour détecter la présence du champignon chytride *Batrachochytrium dendrobatidis*, qui est une cause immédiate de déclins et de disparitions de populations d'amphibiens dans le monde entier. Au total, 60 larves de grandes salamandres du Nord provenant de 3 cours d'eau du nord de la Californie, et 57 larves de *D. atterimus* provenant de 3 cours d'eau du Montana et de l'Idaho ont fait l'objet de tests visant le *B. dendrobatidis*, mais seulement une larve (*D. atterimus*) du Montana) a donné un résultat positif. Les auteurs citent une étude antérieure dans le cadre de laquelle le champignon a été isolé d'un *D. atterimus* mort. Les auteurs ont formulé une hypothèse selon laquelle les basses températures de l'eau pourraient limiter l'établissement du champignon chez ces amphibiens de cours d'eau. Le champignon chytride *Batrachochytrium salamandrivorans*, récemment décrit et observé chez des salamandres de l'espèce *Salamandra salamandra*, en Europe (Martel *et al.*, 2013), représente une nouvelle mence potentiellement grave pour la grande salamandre du Nord. De manière similaire au *B. dendrobatidis*, le *B. salamandrivorans* érode la peau des amphibiens infectés et entraîne des résultats fatals; ce champignon a été associé à des déclins précipités de populations de *S. salamandra*. Ce nouveau champignon chytride vit à des températures ambiantes plus basses que le *B. dendrobatidis* (Martel *et al.*, 2013), et les salamandres qui vivent dans des cours d'eau tempérés ne seraient donc pas protégées par les basses températures. La présence de ce nouveau champignon chytride n'a pas encore été signalée en Amérique du Nord, mais compte tenu de la propagation rapide du *B. dendrobatidis* partout dans le monde, son introduction et sa propagation sont possibles.

**Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents**

Les effets potentiels futurs des changements climatiques sur la grande salamandre du Nord sont difficiles à estimer, mais des effets négatifs pourraient se traduire par l'assèchement de cours d'eau et la disponibilité réduite d'humidité sur le parterre forestier, menant à des périodes d'activité saisonnières plus courtes en raison des sécheresses plus fréquentes ou plus longues au printemps et à l'été. Les hivers plus humides et plus chauds pourraient contrer ces effets dans une certaine mesure. La fréquence et l'intensité accrues des inondations pourraient provoquer des crues subites et des coulées de débris, et accroître l'envasement des cours d'eau, causant une mortalité directe et réduisant la qualité de l'habitat des larves. Des relevés visant des amphibiens de cours d'eau réalisés dans un paysage non exploité, dans l'État de Washington, ont révélé que le *D. copei* présentait la plus importante relation avec les variables du climat parmi les trois espèces de grandes salamandres étudiées, et les auteurs ont avancé que des facteurs climatiques (précipitations) pourraient déjà limiter l'aire de répartition de l'espèce dans la péninsule Olympic (Adams et Bury, 2002). La prédiction des effets du changement climatique sur les amphibiens de cours d'eau porte à confusion, car nous ne comprenons pas bien comment les amphibiens utilisent les milieux de subsurface, qui peuvent servir d'importants refuges (p. ex. chambres souterraines pour la nidification : Dethlefsen, 1948; cavernes : base de données du CDC de la Colombie-Britannique; zone hyporhéique des cours d'eau : Feral

*et al.*, 2005). De plus, selon un scénario où un cours d'eau permanent deviendrait intermittent en raison de conditions climatiques extrêmes, certaines grandes salamandres du Nord de la population (p. ex. les larves de grande taille) pourraient être capables de se transformer (Knopp, comm. pers., 2012).

Pour estimer ce que les conditions environnementales seraient en fonction d'un scénario de changement climatique, des données historiques et prévues ont été regroupées à partir du site Web ClimateBC pour un emplacement aléatoire se trouvant au centre de l'aire de répartition de la grande salamandre du Nord en Colombie-Britannique (latitude : 49° 4' 40" N, Longitude : -121° 52' 36"W, altitude 500 m; Spittlehouse, 2006). Des données climatiques normales pour cet emplacement aléatoire en Colombie-Britannique pour 2 périodes se situant entre 1961 et 2000 ont été comparées aux projections climatiques obtenues à partir de 3 modèles différents pour 3 périodes, soit les années 2020, les années 2050, et les années 2080 (Spittlehouse, 2006). La moyenne de l'ensemble de données normales a été comparée au plus grand changement prédit à partir des 3 modèles concernant les précipitations annuelles pour la période de 2020 (de 2010 à 2039; tableau 5; voir l'annexe 3 pour plus de détails).

**Tableau 5. Sommaire des plus importants changements prédits à partir des trois modèles climatiques concernant les précipitations annuelles pour la période de 2020 (de 2010 à 2039; voir l'annexe 3 pour plus de détails).**

| Variable du climat | Changement prédit |
|---|---|
| *PRÉCIPITATIONS* | |
| Précipitations annuelles moyennes (mm) | + 169 |
| Précipitations sous forme de neige (équivalent en mm d'eau) | - 74,5 |
| Précipitations hivernales (de décembre à février; mm) | + 93 |
| Précipitations printanières (de mars à mai; mm) | - 14 |
| Précipitations estivales (de juin à août; mm) | - 12 |
| *TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE* | |
| Température annuelle moyenne (°C) | + 0,8 |
| Température moyenne automnale (de septembre à novembre; °C) | + 1,9 |
| Température moyenne estivale (de juin à août; °C) | + 1,1 |
| Chaleur en été (de mai à septembre) : taux d'humidité | 3,9 |

Pour 2020, le modèle prédit une hausse de la quantité annuelle de précipitations, mais une diminution de la quantité de précipitations sous forme de neige. De plus, les modèles prédisent une hausse de la quantité de précipitations durant les mois d'hiver, et une diminution de la quantité de précipitations durant les mois d'été et d'automne. La température annuelle moyenne devrait augmenter de 0,8 °C, la hausse saisonnière de température la plus importante devant survenir à l'automne (de presque 2 °C). Ces changements climatiques prédits sont dans la fourchette que l'espèce connaît à

l'extrémité sud de son aire de répartition, où il fait plus chaud et où les conditions sont plus sèches. Par exemple, les populations qui vivent à Weaverville, en Californie, connaissent des températures en moyenne plus élevées de 4 °C, et reçoivent 632 mm de moins de précipitations chaque année que les populations de Chilliwack. Bien que l'espèce puisse être tolérante à de grands extrêmes climatiques, il n'est pas clair si les populations locales auraient besoin ou seraient en mesure de s'adapter à l'intérieur de la période prévue par les modèles. De plus, on en sait peu sur les cours d'eau occupés de la vallée de la Chilliwack dont les débits sont intimement liés à l'accumulation de neige et à la vitesse de la fonte de la neige. En somme, bien que beaucoup d'incertitudes subsistent, les sécheresses et les inondations plus nombreuses associées au changement climatique devraient réduire la quantité d'habitat disponible, limiter la dispersion et fragmenter encore davantage les populations. Ces réponses seront probablement exacerbées par l'exploitation forestière, par la construction de routes et par d'autres activités humaines, qui continuent de modifier les milieux par leurs effets cumulatifs.

**Facteurs limitatifs**

La grande salamandre du Nord atteint l'extrémité nord de son aire de répartition à 19,5 km au nord de la frontière canado-américaine. Le fleuve Fraser et certains facteurs climatiques, notamment la température de l'eau dans les cours d'eau, agissent probablement comme des obstacles à l'expansion de l'aire de répartition vers le nord des populations de la Colombie-Britannique vivant dans la région de Chilliwack. Ces populations pourraient donc être particulièrement vulnérables aux stress additionnels causés par les activités humaines. Les populations qui vivent en périphérie présentent souvent une densité, un taux de survie et une fertilité moindres que les populations qui vivent au centre de l'aire de répartition (Hengeveld, 1990; Lawton, 1993). La faible viabilité de l'espèce est probablement due à des facteurs climatiques ou à des gradients de compétition ou de prédation qui la poussent vers les limites de son aire de répartition et, au final, limitent l'expansion de l'aire de répartition. Le faible potentiel reproducteur des populations du Canada, comme l'indique la longue période requise pour atteindre la maturité (la période larvaire étant de 2 à 3 fois plus longue qu'en Oregon; Ferguson, 1998), limite la capacité des populations de se rétablir après des perturbations.

**Nombre de localités**

Le nombre de localités a été antérieurement établi à 6, ce qui reflète le nombre de cours d'eau occupés connus correspondant à la majorité des observations (Ferguson et Johnson, 2000). D'après des données compilées en 2010, la grande salamandre du Nord occupe environ 75 cours d'eau et affluents individuels dans environ 15 réseaux hydrographiques ou bassins versants de 4$^{e}$ ordre.Des sites additionnels (cours d'eau) où l'espèce était présente ont été découverts lors de relevés réalisés en 2011 et 2012 (9 nouveaux cours d'eau/affluents). Comme l'exploitation forestière est considérée comme étant la plus importante menace pour l'espèce, et comme l'information sur le nombre et l'emplacement des blocs de coupe devant être récoltés au cours des

10 prochaines années ne sont pas disponibles, il est impossible d'estimer le nombre de localités fondées sur les menaces avec exactitude. Toutefois, si chaque bloc de coupe est considéré comme un phénomène menaçant distinct, alors le nombre de localités est presque certainement supérieur à 10, même si les effets de l'envasement, en amont des cours d'eau où la reproduction a lieu, sont pris en considération.

Si le champignon chytride nouvellement décrit *B. salamandrivorans* devient une menace en Colombie-Britannique, alors le nombre de localités pourrait être réduit à seulement une. Toutefois, toute spéculation sur le taux de propagation de cet agent pathogène, qui n'a pas encore été observé au Canada, est inutile pour le moment.

## PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

### Statuts et protection juridiques

À l'échelon fédéral, la grande salamandre du Nord a été désignée « espèce menacée » aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) et figure à l'annexe 1 de cette Loi. Une ébauche de description de l'habitat essentiel de l'espèce a été rédigée en 2013, mais n'a pas encore été proposée officiellement.

Aux termes des récentes modifications apportées à la *Loi sur les pêches* (1985), il est interdit d'exploiter un ouvrage ou une entreprise ou d'exercer une activité entraînant des dommages sérieux à tout poisson visé par une pêche commerciale, récréative ou autochtone, ou à tout poisson dont dépend une telle pêche, ou qui entraîne la modification permanente ou la destruction de son habitat. Ces modifications apportées à la Loi ne protègent pas l'habitat de la grande salamandre du Nord, qui est présente dans de nombreux cours d'eau dépourvus de poissons. Dans les cas où elle cohabite avec des poissons, la Loi ne tient pas compte de la dégradation de l'habitat.

Une partie de l'habitat de la grande salamandre du Nord se trouvant sur des terres domaniales provinciales est protégée aux termes de la *Forest and Range Practices Act* de la Colombie-Britannique (FRPA, 2004). Aux termes de cette Loi, tous les cours d'eau contenant des poissons ou se trouvant dans un bassin versant communautaire sont cotés S1 à S4 (selon leur largeur). Les cours d'eau dont la cote est S1 à S3 possèdent une zone de conservation des milieux riverains de 20 à 50 m, où aucune exploitation forestière ou construction de route n'est permise (mais où les franchissements de cours d'eau sont permis). Les cours d'eau dont la cote est S4 ne possèdent une zone de gestion riveraine que de 30 m, où ≥ 10 % de la surface terrière des arbres doit être conservé. Les cours d'eau dont la cote est S5 ou S6 et qui ne contiennent pas de poissons et qui ne se trouvent pas dans un bassin versant communautaire possèdent une zone de gestion riveraine de 20 m. La FRPA s'applique aussi aux terres privées faisant l'objet d'un permis délivré aux termes de la *Forest Act* (permis visant des fermes forestières, des terres à bois ou des forêts communautaires). Les autres terres privées sont régies par la *Private Managed Forest Land Act* (2003), qui ne protège que les cours d'eau et l'habitat riverain abritant des poissons. Ces lois

offrent une protection limitée à la grande salamandre du Nord, car elles visent les grands cours d'eau où vivent des poissons.

Les principales façons de protéger la grande salamandre du Nord sur les terres forestières provinciales passent par la création de zones d'habitat faunique, établies aux termes de la stratégie de gestion des espèces sauvages désignées associée à la *Forest and Range Practices Act*. Le guide *Accounts and Measures for Managing Identified Wildlife* aide à déterminer et à délimiter les zones d'habitat faunique, et présente les mesures générales de gestion de ces zones pour la grande salamandre du Nord (Johnston, 2004). Depuis 2010, 20 zones d'habitat faunique englobant au total 771 ha et environ 38 km de longueur linéaire de cours d'eau (25 % de la longueur totale de cours d'eau que l'on sait occupée) ont été approuvées pour la grande salamandre du Nord (Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010). Depuis 2013, 16 nouvelles zones d'habitat faunique proposées sont en cours d'établissement (George, comm. pers., 2013). Les zones d'habitat faunique de la grande salamandre du Nord consistent en une zone principale d'une largeur de 30 m, et d'une zone de gestion d'une largeur de 20 m de chaque côté des tronçons de cours d'eau occupés; la plupart incluent des zones forestières de terrain plus élevé pour favoriser la dispersion. L'efficacité des zones d'habitat faunique en matière de protection de la grande salamandre du Nord doit encore être confirmée. Les résultats préliminaires issus de relevés réalisés par des étudiants du BCIT donnent à penser que l'envasement attribuable à l'exploitation forestière en amont ou dans la région environnante dégrade l'habitat lotique dans les zones d'habitat riverain. Il pourrait être nécessaire de protéger le cours d'eau en entier, y compris sa source (cours d'eau de 1$^{er}$ ordre) pour maintenir la qualité de l'eau et la quantité d'eau (Welstead, comm. pers., 2013).

Les zones d'habitat fauniques établies pour d'autres espèces en péril, notamment celles crées pour la chouette tachetée (*Strix occidentalis*), dans le district forestier de Chilliwack, pourraient aussi protéger les grandes salamandres du Nord présentes dans le ruisseau Liumchen (2 zones d'habitat faunique à long terme et 1 zone de gestion de l'habitat forestier), dans le lac Chilliwack et le ruisseau Depot (2 zones d'habitat faunique), et dans le ruisseau Elk, bien que l'exploitation ait depuis été approuvée dans certaines de ces zones.

**Statuts et classements non juridiques**

La grande salamandre du Nord est désignée en tant qu'espèce en péril aux échelles nationale et provinciale (tableau 3). L'espèce est désignée « non en péril » ou « préoccupation mineure » à l'échelle mondiale, de même qu'à l'intérieur de la majeure partie de son aire de répartition qui se trouve au sud de la frontière canado-américaine. En Colombie-Britannique, l'espèce est désignée « en péril » (S2), et figure sur la liste rouge des espèces en péril de la province.

**Protection et propriété de l'habitat**

Presque toute l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord se trouve sur des terres domaniales provinciales gérées à des fins d'exploitation forestière. Une petite portion se trouve sur des terres privées (~ 9 %; Pacific Giant Salamander Recovery Team, 2010), et une portion encore plus petite se trouve dans des zones protégées. À ce jour, les parcs provinciaux du lac Cultus et du lac Chilliwack sont les seules zones protégées dans lesquelles des grandes salamandres du Nord ont été observées. Le parc provincial Cultus Lake couvre une superficie de 65 ha, et protège les rives est et ouest du lac, de même que les tronçons les plus inférieurs de certains cours d'eau qui se jettent dans le lac. Les tronçons supérieurs des cours d'eau dans lesquels des grandes salamandres du Nord ont été observées se trouvent toutefois à l'extérieur du parc, et ne sont pas protégés. Le parc provincial du lac Chilliwack couvre 9 258 ha et englobe la majeure partie des versants boisés des côtés est et ouest du lac, qui comptent de nombreux cours d'eau abritant des grandes salamandres du Nord, de même que le bassin versant du ruisseau Post. Il y a quelques petits parcs et forêts récréatives répartis le long de la rivière Chilliwack, de même qu'une réserve écologique le long de la Chilliwack supérieure, au sud du lac Chilliwack. Aucune grande salamandre du Nord n'a été trouvée dans ces zones. Des grandes salamandres du Nord sont également présentes dans plusieurs terres domaniales fédérales se trouvant dans la vallée de la Chilliwack et étant gérées par le ministère de la Défense nationale.

## REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Les versions antérieures du présent rapport ont été rédigées par les personnes suivantes :

Farr, A.C.M.1989. COSEWIC status report on the Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada, *in* COSEWIC assessment status report on the Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.

Ferguson, H.M., et B.E. Johnston. 2000. Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) – Mise à jour, *in* Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vi + 47 p.

Les personnes suivantes ont généreusement fourni des données, des renseignements, des rapports et/ou des conseils utiles pour la rédaction du présent rapport :

Eric Anderson. BCIT – Fish, Wildlife & Recreation, Vancouver (Colombie-Britannique).

Doug Campbell. District de Chilliwack, Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Chilliwack (Colombie-Britannique).

Chris Currie. Étudiant du BCIT – Fish, Wildlife & Recreation, Vancouver (Colombie-Britannique).

Rachael Dudaniec. Ancienne étudiante – Department of Forest Sciences, UBC (Australie).

Brandon Fessler. Ancien étudiant – University of Eastern Washington, Vancouver (Washington).

Alain Filion. Environnement Canada, Ottawa (Ontario).

Greg George. District de Chilliwack, Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Chilliwack (Colombie-Britannique)

Purnima Govindarajulu. Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique).

Jared Hobbs. District de Chilliwack, Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Victoria (Colombie-Britannique).

Barb Johnston. Parc national du Canada des Lacs-Waterton, Waterton (Alberta).

Denis Knopp. BC's Wild Heritage Environmental,. Chilliwack (Colombie-Britannique).

Josh Malt. Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Surrey (Colombie-Britannique).

Anne-Sophie Massard. Étudiante du BCIT – Fish, Wildlife & Recreation, Vancouver (Colombie-Britannique).

Kristiina Ovaska. Biolinx Environmental Research Ltd, Victoria (Colombie-Britannique).

Ron Ptolemy. Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique).

John S. Richardson.– Department of Forest Sciences, UBC, Vancouver (Colombie-Britannique).

Matt Wealick. Ch-ihl-kway-uhk Forestry Limited Partnership, Chilliwack (Colombie-Britannique).

Kym Welstead. Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Surrey (Colombie-Britannique).

## INFORMATION SOURCES

Adams, M.J., et R.B. Bury. 2002. The endemic headwater stream amphibians of the American Northwest: associations with environmental gradients in a large forested preserve, *Global Ecology and Biogeography* 11:169–178.

Adams, M.J., C.A. Pearl, R.B. Bury. 2003. Indirect facilitation of an anuran invasion by non-native fishes, *Ecology Letters* 6:343–351.

Ashton, D.T., S.B. Marks, H.H. Welsh Jr. 2006. Evidence of continued effects from timber harvesting on lotic amphibians in redwood forests of northwestern California, *Forest Ecology and Management* 221:183–193.

B.C. Conservation Data Centre. 2012. Conservation Status Report: *Dicamptodon tenebrosus* - Pacific Giant Salamander, Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, disponible à l'adresse : http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/esr.do?id=18417 (consulté le 20 août 2013; en anglais seulement).

B.C. Conservation Data Centre. 2013. BC Species and Ecosystems Explorer: Species and Ecosystems Search, Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique), disponible à l'adresse : http://www.env.gov.bc.ca/atrisk/toolintro.html (consulté le 20 mars 2013; en anglais seulement)

B.C. Conservation Framework. 2013. Conservation Framework Summary: *Dicamptodon tenebrosus* - Pacific Giant Salamander, Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Coombie-Britannique), disponible à l'adresse : http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/consFrwkRpt.do;jsessionid=50da6996deb11fe7ca1c24f6c876996c65965ddd22c8c590c6a7a2addd02e244.e3uMah8KbhmLe3aTahyObxeOe6fznA5Pp7ftolbGmkTy?id=18417 (consulté le 20 mars 2013; en anglais seulement).

BCIT, données inédites. 2011. *Données fournies à E. Wind*, Institute of Technology de la Colombie-Britannique, Vancouver (Colombie-Britannique).

Beschta, R.L., R.E. Bilby, G.W. Brown, L.B. Holtby, T.D. Hofstra. 1987. Stream temperature and aquatic habitat: fisheries and forestry interactions, p. 191–232, *in* E.O. Salo, et T.W. Cundy (éd.), *Streamside Management: Forestry and Fishery Interactions*, Contribution 57, Institute of Forest Resources, University of Washington, Seattle (Washington).

Brosofske, K.D., J. Chen, R.J. Naiman, J.F. Franklin. 1997. Harvesting effects on microclimatic gradients from small streams to uplands in western Washington, *Ecological Applications* 7:1188–1200.

Bury, R.B. 2008. Low thermal tolerances of stream amphibians in the Pacific Northwest: Implications for riparian and forest management, *Applied Herpetology* 5:63–74.

Canada. 1985. *Loi sur les pêches*, site Web du ministère de la Justice du Canada. http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/F-14/page-1.html (consulté en août 2013).

Chen, J., J.F. Franklin, T.A. Spies. 1993. Contrasting microclimates among clear-cut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest, *Agricultural and Forest Meteorology* 63:219–237.

Chen, J., J.F. Franklin, T.A. Spies. 1995. Growing-season microclimatic gradients from clear-cut edges into old-growth Douglas-fir forests, *Ecological Applications* 5:74–86.

City of Chilliwack 2013. Official Community Plan Review Backgrounder, Background Report No. 2 - Land Use, 1er avril 2013, ville de Chilliwack (Colombie-Britannique), 13 p.

Clothier, G.W. 1971. Aerial and aquatic respiration in the neotenic and transformed pacific giant salamander, *Dicamptodon ensatus* (Eschscholtz), thèse de doctorat, Oregon State University, Corvallis (Oregon).

Conner, E.J., W.J. Trush, A.W. Knight. 1988. Effects of logging on Pacific Giant Salamanders: influence of age-class composition and habitat complexity, Bulletin of the Ecological Society of America 69(suppl.):104–105.

Corn, P.S., et R.B. Bury. 1989. Logging in western Oregon: responses of headwater habitats and stream amphibians, *Forest Ecology and Management* 29:39–57.

Crisafulli, C.M., L.S. Trippe, C.P. Hawkins, J.A. MacMahon. 2005. Amphibian Responses to the 1980 Eruption of Mount St. Helens, p. 183-197, *in* V.H. Dale, F.J. Swanson, C.M. Crisafulli (éd.), *Ecological Responses to the 1980 Eruption of Mount St. Helens*, Springer, New York.

Crother, B.I. 2012. Scientific and standard English names of amphibians and reptiles of North America north of Mexico, with comments regarding confidence in our understanding, 7$^{e}$édition, Society for the Study of Amphibians and Reptiles - Herpetological Circular No. 39:1.

Currie, C., comm. pers. 2012. *Communication avec E, Wind*, étudiant du BCIT – Fish, Wildlife & Recreation, Vancouver (Colombie-Britannique).

Curtis, J.M.R., et E.B. Taylor. 2004. The genetic structure of coastal giant salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*) in a managed forest, *Biological Conservation* 115:45–54.

Dethlefsen, E.S. 1948. A subterranean nest of the Pacific Giant Salamander, *Dicamptodon ensatus* (Eschscholtz), *The Wasmann Collector* 7(3):81–84.

Dial, N.A., et C.A. Bauer. 1984. Teratogenic and lethal effects of paraquat on developing frog embryos (*Rana pipiens*), Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 33:592–597.

Dudaniec, R.Y., A. Storfer, S.F. Spear, J.S. Richardson. 2010. New microsatellite markers for examining genetic variation in peripheral and core populations of the Coastal Giant Salamander (*Dicamptodon tenebrosus*), *PLoS ONE* 5(12):1–4.

Dudaniec, R.Y., and J.S. Richardson. 2012. Habitat associations of the Coastal Giant Salamander (*Dicamptodon tenebrosus*) at its northern range limit, *Herpetological Conservation and Biology* 7(1):1–15.

Dudaniec, R.Y., S.F. Spear, J.S. Richardson, A. Storfer. 2012. Current and historical drivers of landscape genetic structure differ in core and peripheral salamander populations, *PLoS ONE* 7(5):1–12.

Duellman, W.E., et L. Trueb. 1986. Biology of Amphibians, McGraw-Hill Inc., New York (New York).

Edwards, J.L. 1976. Spinal nerves and their bearing on salamander phylogeny, *Journal of Morphology* 148:305–328.

Estes, R.1981. Encyclopedia of paleoherpetology Part 2: Gymnophiona, Caudata, p. 1-115.

Farr, A.C.M. 1989. COSEWIC status report on the Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada, *in* COSEWIC assessment status report on the Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* in Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.

Fellers, G.M., L.L. Wood, S. Carlisle, D. Pratt. 2010. Unusual subterranean aggregations of the California Giant Salamander, *Dicamptodon ensatus*, *Herpetological Conservation and Biology* 5(1):149–154.

Feminella, J.W., et C.P. Hawkins.1994. Tailed frog tadpoles differentially alter their feeding behavior in response to non-visual cues from four predators, *Journal of the North American Benthological Society* 13:310–320.

Feral, D., M.A. Camann, H.H. Welsh Jr. 2005. *Dicamptodon tenebrosus* larvae within hyporheic zones of intermittent streams in California, *Herpetological Review* 36(1):26–27.

Ferguson, H.M. 1998. Demography, dispersal and colonisation of larvae of Pacific Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*, Good) at the northern extent of their range, mémoire de maîtrise ès sciences, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), 131 p.

Ferguson, H.M., obs. pers. 2000. Ancien étudient, University of British Columbia, Vancouver (Colonbie-Britannique), Institute of Biodiversity, Animal Health and Comparative Medicine, University of Glasgow, Glasgow (Royaume-Uni), cité dans Ferguson et Johnston (2000).

Ferguson, H.M., et B.E. Johnston. 2000. Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) – Mise à jour, *in* Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la grande salamandre du Nord (*Dicamptodon tenebrosus*) au Canada, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, vi + 47 p.

Fessler, B. 2012. Spatial ecology, behavior, and habitat use of terrestrial Coastal Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*) in the Central Washington Cascades, mémoire de maîtrise ès sciences, Central Washington University, Ellensburg (Washington), 91 p.

*Forest and Range Practices Act*. 2004. Forest Planning and Practices Regulation. Division 3 — Riparian Areas, Imprimeur de la Reine, Victoria (Colombie-Britannique), disponible à l'adresse : http://www.bclaws.ca/EPLibraries/bclaws_new/document/ID/freeside/14_2004#part4_division3 (consulté le 20 août 2013; en anglais seulement).

George, G., comm. pers. 2013. *Communication avec E. Wind*, Ministry of Forest, Lands and Natural Resource Operations, Chilliwack (Colombie-Britannique).

GoFishBC (outil en ligne). 2013. Archived Fish Stocking Report, Freshwater Fisheries Society of BC, disponible à l'adresse : http://www.gofishbc.com/fish-stocking-reports/archive-reports.aspx (consulté en août 2013; en anglais seulement)

Good, D.A. 1989. Hybridization and cryptic species in *Dicamptodon* (Caudata: Dicamptodontidae), *Evolution* 43:728-744.

Govindarajulu, P.P. 2008. Literature review of impacts of glyphosate herbicide on amphibians: What risks can the silvicultural use of this herbicide pose for amphibians in B.C.?, B.C. Wildlife Report No. R-28, Ministry of Environment, Victoria (Colombie-Britannique).

Green, D.M. (éd.). 2012. *Noms français standardisés des amphibiens et des reptiles d'Amérique du Nord au nord du Mexique*, Society for the Study of Amphibians and Reptiles - Herpetological Circular 40, 63 p.

Hall, J.D., M.L. Murphy, R.S. Aho. 1978. Community Ecology and Salamander Guilds, Cambridge University Press (Grande-Bretagne), 230 p.

Hartman G.F., et J.C. Scrivener. 1990. Impacts of forestry practices on a coastal stream ecosystem, Carnation Creek, British Columbia, *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences* 223:1–148.

Hatziantoniou, Y. 1999. Habitat assessments for the Pacific Giant Salamander (*Dicamptodon tenebrosus*) in the Chilliwack River Valley at three spatial scales of investigation, rapport inédit d'études dirigées, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), 45 p.

Hawkins, C.P., M.L. Murphy, N.H. Anderson, M.A. Wilzbach. 1983. Density of fish and salamanders in relation to riparian canopy and physical habitat in streams of the northwestern United States, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 40:1173–1185.

Haycock, R.D. 1991. Pacific Giant Salamander *Dicamptodon tenebrosus* – Status Report, Ministry of Environment, Wildlife Branch, Victoria (Colombie-Britannique).

Hengeveld, R. 1990. Dynamic Biogeography, Cambridge University Press, Cambridge.

Henry, W.V., et V.C. Twitty. 1940. Contributions to the life histories of *Dicamptodon ensatus* and *Ambystoma gracile*, *Copeia* 1940(4):247–250.

Hossack, B.R., M.J. Adams, E.H. Campbell Grant, C.A. Pearl, J.B. Bettaso, W.J. Barichivich, W.H. Lowe, K. True, J.L. Ware, P.S. Corn. 2010. Low prevalence of chytrid fungus (*Batrachochytrium dendrobatidis*) in amphibians of U.S. headwater streams, *Journal of Herpetology* 44(2):253–260.

Howe, C.M., M. Berrill, B.D. Pauli, C.C. Helbing, K. Werry, N. Veldhoen. 2004. Toxicity of glyphosate-based pesticides to four North American frog species, *Environmental Toxicology and Chemistry* 23(8):1928–1938.

iMapBC (outil de cartographie en ligne). 2013. Province de la Colombie-Britannique, disponible à l'adresse : http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page (consulté en mars 2013; en anglais seulement)

Johnston, B. 1998. Terrestrial Pacific Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus* Good): Natural history and their response to forest practices, mémoire de maîtrise ès sciences, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), 98 p.

Johnston, B., comm. pers. 2000. Ancien étudiant, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), parc national du Canada des Lacs-Waterton, Waterton (Alberta), cité dans Ferguson et Johnston (2000).

Johnston, B. 2004. Coastal Giant Salamander. Accounts and Measures for Managing Identified Wildlife, Accounts V, 2004, Victoria, (Colombie-Britannique), 12 p, disponible à l'adresse : http://www.env.gov.bc.ca/wld/frpa/iwms/documents/Amphibians/a_coastalgiantsalamander.pdf (consulté le 20 août 2013; en anglais seulement).

Johnston, B., et L. Frid, données inédites. 2000. Respectivement ancien étidiant et employé, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), cités dans Ferguson et Johnston (2000).

Jones, L.L.C., R.B. Bury, P.S. Corn. 1990. Field observation of the development of a clutch of pacific giant salamander (*Dicamptodon tenebrosus*) eggs, *Northwestern Naturalist* 71:93–94.

Kelsey, K.A. 1995. Responses of headwater stream amphibians to forest practices in western Washington, thèse de doctorat, University of Washington, Seattle (Washington), 164 p.

Knopp, D., comm. pers. 2012. *Communication avec E. Wind*, BC's Wild Heritage Environmental, Chilliwack (Colombie-Britannique).

Lawton, J.H. 1993. Range, population abundance and conservation, *Trends in Ecology & Evolution* 8:409–413.

Leonard, W.P., H.A. Brown, L.L.C. Jones, K.R. McAllister, R.M. Storm. 1993. Amphibians of Washington and Oregon, Seattle Audubon Society, Seattle (Washington), 168 p.

Lesica, P., et F.W. Allendorf. 1995. When are peripheral populations valuable for conservation?, *Conservation Biology* 9:753–760.

Leuthold, N., M.J. Adams, J.P. Hayes. 2012. Short-term response of *Dicamptodon tenebrosus* larvae to timber management in southwestern Oregon, *The Journal of Wildlife Management* 76(1):28–37.

Lynch, D., et J. Hobbs, 2012. Pacific Giant Salamander conservation and management in the Chilliwack Watershed, 2012 survey, rapport inédit préparé pour le Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique), 24 p.

Mallory, K.T. 1996. Effects of body size, habitat structure, and competition on microhabitat use by larval Pacific Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*), thèse de premier cycle, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), 63 p.

Malt, J., comm. pers. 2012. *Communication avec E. Wind*, Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations, Surrey (Colombie-Britannique).

Martel, A., A. Spitzen-van der Sluijs, M. Blooi, W. Bert, R. Ducatelle, M.C. Fisher, A. Woeltjes, W. Bosman, K. Chiers, F. Bossuyt, F. Pasmans. 2013. *Batrachochytrium salamandrivorans* sp. nov. causes lethal chytridiomycosis in amphibians, *PNAS* 110:15325–15329.

Master, L., D. Faber-Langendoen, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heidel, J. Nichols, L. Ramsay, A. Tomaino. 2009. NatureServe conservation status assessments: factors for assessing extinction risk, NatureServe, Arlington (Virginie), 57 p.

Murphy, M.L., et J.D. Hall. 1981. Varied effects of clear-cut logging on predators and their habitat in small streams of the Cascade Mountains, Oregon, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38:137–145.

NatureServe. 2013. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life (application Web), version 7.1, NatureServe, Arlington (Virginie), disponible à l'adresse : http://www.natureserve.org/explorer/ (consulté le 20 mars 2013; en anglais seulement).

Neill, W.E. 1998. Recovery of Pacific Giant Salamander populations threatened by logging, rapport inédit pour le World Wildlife Fund, Canada.

Neill, W.E., données inédites. 2000. Ancien professeur, Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique), cité dans Ferguson et Johnston (2000).

Newbold, J.D., D.C. Erman, K.B. Roby. 1980. Effects of logging on macroinvertebrates in streams with and without buffer strips, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37:1076–1085.

Nussbaum, R.A. 1969. Nests and eggs of the Pacific Giant Salamander, *Dicamptodon ensatus* (Eschscholtz), *Herpetologica* 25:257–262.

Nussbaum, R.A. 1976. Geographic variation and systematics of salamanders of the genus Dicamptodon Strauch (Ambystomatidae), Department of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, publications diverses (149), 94 p.

Nussbaum, R.A., et G.W. Clothier. 1973. Population structure, growth and size of larval *Dicamptodon ensatus* (Eschscholtz), *Northwest Science* 47:218–227.

Nussbaum, R.A., E.D. Brodie Jr., R.M. Storm. 1983. Amphibians and Reptiles of the Pacific Northwest, University of Idaho Press, Moscow (Idaho).

Olson, D.H., et G. Weaver. 2007. Vertebrate assemblages associated with headwater hydrology in western Oregon managed forests, *Forest Science* 53(2):343–355.

Ouellet, M., J. Bonin, J.Rodrigue, J.-L. DesGranges, S. Lair. 1997. Hindlimb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats, *Journal of Wildlife Diseases* 33:95–104.

Pacific Giant Salamander Recovery Team. 2010. Recovery strategy for the Pacific Giant Salamander (*Dicamptodon tenebrosus*) in British Columbia, préparé pour le Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique), 42 p.

Parker, M.S. 1991. Relationship between cover availability and larval Pacific Giant Salamander density, *Journal of Herpetology* 25:355–357.

Parker, M.S. 1993. Predation by Pacific Giant Salamander Larvae on juvenile Steelhead Trout, *Northwestern Naturalist* 74:77–81.

Parker, M.S. 1994. Feeding ecology of stream-dwelling Pacific Giant Salamander Larvae (*Dicamptodon tenebrosus*), *Copeia* 1994(3):705–718.

Pollock, K.H., J.D. Nichols, C. Brownie, J.E. Hines. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments, *Wildlife Monographs* 107:3–97.

*Private Managed Forest Land Act*. 2003. [SBC 2003] chapitre 80, Imprimeur de la Reine, Victoria (Colombie-Britannique), Canada, disponible à l'adresse : http://www.bclaws.ca/EPLibraries/bclaws_new/document/ID/freeside/00_03080_01#part3_division1 (consulté en août 2013; en anglais seulement).

Ptolemy, R., données inédites. 1984-2001. Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique).

Richardson, J.S., et W.E. Neill. 1995. Distribution patterns of two montane stream amphibians and the effects of forest harvest: the Pacific Giant Salamander and Tailed Frog in southwestern British Columbia, rapport inédit au Ministry of Environment, Lands and Parks de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique).

Richardson, J.S., et W.E. Neill. 1998. Headwater amphibians and forestry in British Columbia: Pacific Giant Salamanders and Tailed Frogs, *Northwest Science* 72:122–123.

RISC (Resources Information Standards Committee). 2000. Inventory Methods for Tailed Frog and Pacific Giant Salamander, Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No. 39, préparé par le Ministry of Environment, Lands and Parks Resources Inventory Branch for the Terrestrial Ecosystems Task Force Resources Inventory Committee, 13 mars 2000, version 2, disponible à l'adresse : http://www.for.gov.bc.ca/hts/risc/pubs/tebiodiv/frog/assets/tailedfrog.pdf (consulté en mars 2013; en anglais seulement).

Roni, P. 2002. Habitat use by fishes and Pacific Giant Salamanders in small western Oregon and Washington streams, *Transactions of the American Fisheries Society* 131(4):743–761.

Rundio, D.E., et D.H. Olson. 2001. Palatability of southern torrent salamander (*Rhyacotriton variegatus*) larvae to Pacific giant salamander (*Dicamptodon tenebrosus*) larvae, *Journal of Herpetology* 35:133–136.

Rundio, D.E., et D.H. Olson. (2003) Antipredator defenses of larval Pacific Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*) against Cutthroat Trout (*Oncorhynchus clarki*), *Copeia* 2003(2):402–407.

Sagar, J.P. 2004. Movement and demography of larval Coastal Giant Salamanders (*Dicamptodon tenebrosus*) in streams with culverts in the Oregon Coast Range, mémoire de maîtrise ès sciences, Oregon State University, Corvallis (Oregon), 83 p.

Sepulveda, A.J., et W.H. Lowe. 2011. Coexistence in streams: do source–sink dynamics allow salamanders to persist with fish predators?, *Oecologia* 166(4):1043-1054.

Southerland, M.T. 1986. The effects of variation in streamside habitats on the composition of mountain salamander communities, *Copeia* 1986(3):732–741.

Spittlehouse, D. 2006. ClimateBC: Your Access to Interpolated Climate Data for BC, Streamline Watershed Management Bulletin 9(2):16-21, disponible à l'adresse : http://www.for.gov.bc.ca/hre/pubs/docs/Spittlehouse_2006%20Streamline.pdf (consulté en mars 2013; en anglais seulement)

Stad, L. pers. comm. (Sans date). District Manager, Ministry of Forests, Chilliwack Forest District, cité dans Ferguson et Johnson (2000).

Stebbins, R.C. 1951. Amphibians of Western North America, University of California Press, Berkeley (Californie).

Toews, D.A.A., et M.J. Brownlee. 1981. A handbook for fish habitat protection on forest lands in British Columbia, Department of Fisheries and Oceans, Vancouver (Colombie-Britannique), 165 p.

Tumlinson, R., G.R. Cline, P. Zwank. 1990. Surface Habitat Associations of the Oklahoma salamander (*Eurycea tyrenensis*), *Herpetologica* 46:169–175.

Vesely, D.G. 1996. Terrestrial amphibian abundance and species richness in headwater riparian buffer strips, Oregon Coast Range, mémoire de maîtrise ès sciences, Oregon State University, Corvallis (Oregon), 48 p.

Salzer, L., comm. pers. 2014. *Communications avec E. Wind*, Washington Department of Fish and Wildlife, février 2014.

Waters, T.F. 1995. Sediment in streams: sources, biological effects and control, American Fisheries Society Monograph 7, Bethesda (Maryland).

Wealick, M., comm. pers. 2013. *Communication avec E. Wind*, Ch-ihl-kway-uhk Forestry Limited Partnership, Chilliwack (Colombie-Britannique).

Welstead, K., comm. pers. 2012. *Communication avec E. Wind*, Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations, Surrey (Colombie-Britannique).

Welstead, K., comm. pers. 2012. Communications par téléphone et par courriel avec *K. Ovaska*, novembre 2013, Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations, Surrey (Colombie-Britannique).

Welsh, H.H. Jr. 1991. Relictual amphibians and old-growth forests, *Conservation Biology* 4(3):309–319.

Welsh H.H. Jr. 2005. Coastal Giant Salamander, p. 54-57, *in* Jones, L.L.C., W.P. Leonard, D.H. Olson (éd.), *Amphibians of the Pacific Northwest*, Seattle Audubon Society, Seattle (Washington), 227 p.

Welsh, H.H., Jr., et L.M. Ollivier. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: a case study from California's redwoods, *Ecological Applications* 8:1118-1132.

## SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DE LA RÉDACTRICE DU RAPPORT

Elke Wind a obtenu un diplôme de maîtrise ès sciences en biologie de conservation de l'université de Colombie-Britannique (University of British Columbia) en 1996, et a été reçue en tant que biologiste professionnelle accréditée en 2003. Elle travaille à son propre compte comme biologiste contractuelle depuis 2002, et possède 17 années d'expérience en matière d'études des populations d'amphibiens. Elle se spécialise dans le domaine des associations et des besoins en matière d'habitat des amphibiens locaux qui se reproduisent en milieu aquatique en relation avec les effets de l'exploitation forestière, des espèces non indigènes, de l'aménagement du territoire et des infrastructures associées (p. ex. routes). Depuis 2008, elle a élargi son domaine d'expertise à celui de l'aménagement et de la remise en état de milieux humides, et a créé ou remis en état 20 milieux humides.

## Annexe 1. Sommaire des rapports qui comprennent des observations de grandes salamandres du Nord dans l'aire de répartition canadienne de l'espèce.

| Source/étude | Année | Méthode de relevé | Activités de recherche/capture par unité d'effort | Général ou ciblé | Proportion étudiée de l'habitat potentiel | N[bre] total de sites étudiés |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Références/études accessibles pour la mise à jour*** | | | | | | |
| Lynch et Hobbs, 2012 | Été 2012 | Relevé visuel (toucher léger) | 37 heures-personnes dans 4 sous-bassin, y compris dans 2 cours principaux et 20 affluents; 50 larves trouvées (0,03 larve/m) dans 9 « nouveaux » cours d'eau; 34 larves et 1 adulte trouvés dans un ruisseau du mont Elk. | Ciblé | Imprécis; 19 km tracés enregistrés par GPS. | |
| BCIT, 2011 | Été 2011 | Relevé visuel (toucher léger) | Neuf cours d'eau/sites, espèce trouvée dans 7 sites; 0–0,127 larve/m de cours d'eau étudié (0-19 individus/cours d'eau); 38 larves et néotènes trouvés au total. | Ciblé | Sites d'échantillonnage répartis dans 3 zones | Neuf sites répartis sur le mont Vedder (3), sur le mont Elk (4), et dans le ruisseau Foley (2); 150 m/cours d'eau = 1 350 m au total; 5 à l'intérieur de zones d'habitat fauniques existantes, et 4 faisant l'objet d'un certain degré de déforestation à moins de 30 m du cours d'eau. |
| Dudaniec et Richardson, 2012 (Dudaniec *et al.*, 2010 et 2012) | Juillet et août 2008 et 2009 | Relevé visuel (tâtement de crevasses, utilisation de lampes de poche, retournement de petits cailloux); individus marqués à l'aide d'implants d'élastomères colorés pour éviter une duplication des mentions dans les registres d'un jour à l'autre et d'une année à l'autre. | 100 m tronçon/cours d'eau, sauf un, de 2 tronçons de 100 m (ruisseau Fin); sites étudiés de 1 à 4 jours consécutifs, ou sur une période d'une semaine; « absent » = aucun individu n'a été trouvé après 3 h de recherches; recherches visant les adultes terrestres menées le long de tronçons dans 10 sites, jusqu'à 10 m des 2 côtés du tronçon (de 2 à 8 h de recherche). Au total, 856 salamandres (1 à 63 par cours d'eau) ont été trouvées. L'abondance relative des salamandres (en excluant les adultes terrestres) était de 0,09 à 4,20 individus capturés par heure (moyenne = 1,63 ± 0,20 écart-type); seulement 12 larves de 7 sites de 2008 ont été capturées de nouveau en 2009. | Ciblé (répartition en abondance); échantillons de tissus de la queue prélevés chez des individus de 12 sites. | Sites d'échantillonnage répartis un peu partout dans l'aire de répartition de l'espèce en Colombie-Britannique (environ 70 km$^2$). | 48 cours d'eau étudiés (détections dans 34 cours d'eau) |

| Source/étude | Année | Méthode de relevé | Activités de recherche/capture par unité d'effort | Général ou ciblé | Proportion étudiée de l'habitat potentiel | N[bre] total de sites étudiés |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Curtis et Taylor (2003) | De mai à juillet 1998 | Relevés dans des cours d'eau (la majeure partie des échantillons a été prélevée sur des larves); détails (p. ex. zone couverte ou temps consacré aux recherches) non fournis. | De 31 à 65 échantillons prélevés au niveau de la queue par site (cours d'eau) | Ciblé (échantillons de tissus) | Chacun des 8 sites se trouvait dans un cours d'eau et une parcelle forestière différents, et étaient espacés d'au moins 2 km; les sites étaient répartis de l'ouest du lac Cultus (mont Vedder) à l'est, jusqu'à l'extrémité supérieure du ruisseau Foley, et depuis les extrémités supérieures des ruisseaux Tamihi et Nesakwatch; le nombre total d'individus n'est pas précisé pour les cours d'eau étudiés | Eaux d'amont propices étudiées dans 25 cours d'eau : 2 se trouvant des forêts anciennes (> 250 ans), trois se trouvant dans des peuplements de seconde venue (de 30 à 60 ans depuis la coupe à blanc), et 3 dans des zones récemment coupées à blanc (de 3 à 9 ans depuis la coupe à blanc); les sites ont donné suffisamment d'échantillons (8 sites avec > 30 larves) |
| R. Ptolemy, données inédites (MFLNRO) | 1985–2001 | Pêche électrique | Seize sites le long de la rivière Chilliwack; 2 passes avec des engins de pêche électrique (66 observations sur les 266 m d'eaux riveraines étudiés) | Captures accidentelles | 266 m d'eaux riveraines étudiées | Multiples sites dans la rivière Chilliwack (16) |
| Ferguson, 1998 | Saison active en 1996 et 1997 | Relevé visuel (retournement des roches et des débris de grande taille); individus marqués par rognage des orteils ou à l'aide de transpondeurs passifs intégrés (étiquettes PIT). | Tronçons de 120 m; échantillonnage hebdomadaire; étude par marquage-recapture; expérience de prélèvement dans 4 cours d'eau; total de 734 captures et de 293 recaptures; abondance moyenne des larves de 69 à 174 larves/120 $m^2$ | Ciblée (survie, croissance, densité et abondance des larves) | Emplacement des sites non précisé, mais proportion probablement relativement petite (étude intensive dans quelques cours d'eau et sites) | 5 cours d'eau d'amont; 4 en 1997 seulement |
| Johnston, 1998 | Été et automne 1 996 et 1997 | Relevé visuel (recherche de nuit à l'aide d'une lampe de poche visant le lit des cours d'eau et une bande de 5 à 10 m de la zone riveraine) | Recherches de nuit de la mi-mai à la mi-juillet en 1996 et 1997; 7,4 salamandres trouvées dans des zones coupées à blanc, et 13 dans des forêts anciennes par 100 h de recherche; 20 individus (> 25 g) suivis par télémétrie. | Ciblé (adultes terrestres) | Non précisée (opportuniste) | Forêts anciennes, peuplements de seconde venue, zones coupées à blanc, zones riveraines tampons (en Colombie-Britannique et dans l'État de Washington) |

**Annexe 2. Emplacements des installations de production d'énergie hydroélectrique faisant l'objet de permis dans le bassin de la Chilliwack compilés à partir de l'outil provincial de cartographie en ligne iMAPBC (http://www.data.gov.bc.ca/dbc/geographic/view_and_analyze/imapbc/index.page)**

| N° de dossier | Titulaire | Statut du permis | Date d'entrée en vigueur du statut actuel | Date précédente | Nouveau depuis 2000 | But de la production d'énergie | Nom du cours d'eau | Quantité (en $m^3$/sec.) | Longueur de la conduite forcée (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2003034 | TRIGEN RENEWABLE ENERGY | ACTIF | 20080218 | 20080205 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Bordcn | 1,250 | 2 652 |
| 2001928 | KMC ENERGY CORP | ACTIF | 19911203 | 19920507 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Tamihi | 15,000 | 1 138 |
| 2003549 | FROSST CREEK HYDRO INC. | ACTIF | 20120711 | 20120502 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Frosst | 1,400 | 2 483 |
| 2001929 | KMC ENERGY CORP | REFUSÉ | 19920930 | 19911122 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Depot | 0,028 | 3 481 |
| 2002286 | ECKERT THERESA WANDA | ACTIF | 19980618 | 19980511 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Paleface | 0,283 | S.o. |
| 2002734 | LINK POWER MANAGEMENT | ACTIF | 20040322 | 20040311 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Nesakwatch | 2,000 | S.o. |
| 2002550 | HYDROMAX ENERGY LTD | ABANDONNÉ | 20120912 | 20011003 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Centre | 2,299 | 2 447 |
| 2001982 | LINK POWER MANAGEMENT | ACTIF | 19950512 | 19950512 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Centre | 1,730 | 3 702 |
| 2001994 | RTD MANAGEMENT INC | REFUSÉ | 20030918 | 19951129 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Nesakwatch | 1,897 | 3 706 |
| 2002572 | LARSON FARMS INC | ACTIF | 20020123 | 20020121 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Pierce | 0,110 | S.o. |
| 2001964 | 0917630 BC LTD. | ACTIF | 19931112 | 19931112 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Chipmunk | 2,973 | 4 391 |
| 2001966 | PAMAWED RESOURCES LTD | ABANDONNÉ | 19981025 | 19940117 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Foley | | 842 |
| 2002795 | INTERPAC POWER CORP. | ACTIF | 20050715 | 20050704 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Chipmunk | 1,812 | S.o. |
| 2002908 | PATHEIGER PARIS L | ACTIF | 20070410 | 20070327 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau ZZ (80653) | 0,107 | 1 764 |
| 2001969 | 0917630 BC LTD. | ACTIF | 19940126 | 19940126 | | GÉNÉRAL | Ruisseau Airplane | 1,200 | 3 639 |
| 2002793 | INTERPAC POWER CORP. | ACTIF | 20050715 | 20050520 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Tamihi | 5,975 | S.o. |
| 2002566 | HYDROMAX ENERGY LTD | ABANDONNÉ | 20120912 | 20011220 | X | GÉNÉRAL | Ruisseau Post | 1,099 | 1 140 |
| 0215438 | RENWICK KATHLEEN J | ACTIF | 19990930 | 19570327 | | RÉSIDENTIEL | Ruisseau Marblehill | 0,028 | |

**Annexe 3. Variables météorologiques annuelles et saisonnières prédites selon trois scénarios pour les populations de grandes salamandres du Nord de la Colombie-Britannique, en comparaison avec les conditions climatiques que connaissent actuellement des populations se trouvant à une altitude similaire dans la portion méridionale de l'aire de répartition de l'espèce (Weaverville en Californie). Les résultats prévus concernent un emplacement aléatoire situé au centre de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord[a].**

(Source : Les données pour la Colombie-Britannique proviennent du site Web de ClimateBC – http://www.genetics.forestry.ubc.ca/cfcg/ClimateBC40/Default.aspx; les données pour Weaverville [Californie] proviennent du National Climatic Data Center des États-Unis – http://www.ncdc.noaa.gov/).

*Variables annuelles*

| | 1961-1990 | 1971-2000 (1981-2010 pour la Californie) | Moy. | Années 2020 | Années 2050 | Années 2080 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Température annuelle moyenne (°C)* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 7,1 | 8,0 | 7,6 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 12,7 | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 8,0 | 9,1 | 10,4 |
| CGCM_B2x | | | | 8,0 | 8,8 | 9,4 |
| HADCM3_A2x | | | | 8,3 | 9,3 | 11,3 |
| *Changement le plus important[b]* | | | | **0,8** | 1,8 | 3,8 |
| *Précipitations annuelles moyennes (mm)* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 1 625 | 1 619 | 1 622 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 987 | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 1 671 | 1 688 | 1 726 |
| CGCM_B2x | | | | 1 689 | 1 689 | 1 688 |
| HADCM3_A2x | | | | 1 791 | 1 577 | 1 615 |
| *Changement le plus important* | | | | **169** | 67 | 104 |
| *Précipitations sous forme de neige (équivalent en mm d'eau)* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 239 | 218 | 228,5 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 193 (mm) | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 173 | 126 | 88 |
| CGCM_B2x | | | | 175 | 140 | 115 |
| HADCM3_A2x | | | | 154 | 148 | 93 |
| *Changement le plus important* | | | | **- 74,5** | - 102,5 | - 140,5 |
| *Chaleur en été (de mai à septembre) : indice d'humidité* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 38,4 | 38,4 | 38,4 | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 42,3 | 47,4 | 51,5 |
| CGCM_B2x | | | | 42,0 | 46,8 | 48,8 |
| HADCM3_A2x | | | | 39,5 | 69,4 | 88,0 |
| *Changement le plus important* | | | | **3,9** | 31 | 49,6 |

*Variables saisonnières*

| | 1961-1990 | 1971-2000 (1981-2010 pour la Californie) | Moy. | Années 2020 | Années 2050 | Années 2080 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Températures estivales moyennes (de juin à août; °C)* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 14,3 | 14,4 | 14,35 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 21,44 | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 15,4 | 16,4 | 17,7 |
| CGCM_B2x | | | | 15,4 | 16,1 | 16,7 |
| HADCM3_A2x | | | | 15,4 | 17,9 | 20,7 |
| *Changement le plus important* | | | | **1,05** | 3,55 | 6,35 |
| *Températures automnales moyennes (de septembre à novembre; °C)* | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 7,5 | 7,5 | 7,5 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 13., | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 8,4 | 9,3 | 10,4 |
| CGCM_B2x | | | | 8,3 | 9 | 9,4 |
| HADCM3_A2x | | | | 9,4 | 10,2 | 12,1 |
| *Changement le plus important* | | | | **1,9** | 2,7 | 4,6 |
| Précipitations hivernales (de décembre à février; mm) | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 602 | 574 | 588 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 512,6 | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 627 | 656 | 693 |
| CGCM_B2x | | | | 660 | 667 | 673 |
| HADCM3_A2x | | | | 681 | 625 | 675 |
| *Changement le plus important* | | | | **93** | 79 | 105 |
| Précipitations printanières (de mars à mai; mm) | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 349 | 367 | 358 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 232,9 | | | | |
| *Résultats prévus pour un emplacement aléatoire situé au centre de l'aire de répartition canadienne de la grande salamandre du Nord* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 357 | 325 | 320 |
| CGCM_B2x | | | | 344 | 339 | 321 |
| HADCM3_A2x | | | | 355 | 367 | 372 |
| *Changement le plus important* | | | | **- 14** | - 33 | - 38 |
| Précipitations estivales (de juin à août; mm) | | | | | | |
| Normales climatiques pour la C.-B. | 202 | 218 | 210 | | | |
| Weaverville (Californie) | | 31,2 | | | | |
| *Résultats prévus :* | | | | | | |
| CGCM_A2x | | | | 210 | 191 | 186 |
| CGCM_B2x | | | | 198 | 190 | 188 |
| HADCM3_A2x | | | | 219 | 117 | 101 |
| *Changement le plus important* | | | | **- 12** | - 93 | - 109 |

[a] « Deux modèles de circulation générale de l'atmosphère (le Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique [CGCM2] et le Hadley Centre for Climate Prediction and Research [HADCM3]) génèrent des prédictions concernant les variables mensuelles de température et de précipitations pour trois scénarios d'émissions. » (Spittlehouse, 2006). [Traduction libre]

[b] Valeur la plus élevée prévue par le modèle par rapport aux normales climatiques.

[c] [(température moyenne du mois le plus chaud)/(précipitations estivales moyennes (mm)]/100